TAMPEREEN YLIOPISTO

Kehittämistutkimus 6. luokan prosenttilaskennan opetuksesta toiminnallisen matematiikan ja yksilöllisen oppimisen avulla

Kasvatustieteiden tiedekunta

Kasvatustieteiden pro gradu -tutkielma

PAULIINA LEINO

Helmikuu 2017

Tampereen yliopisto
Kasvatustieteiden tiedekunta
PAULIINA LEINO: Kehittämistutkimus prosenttilaskennan opetuksesta toiminnallisen matematiikan ja yksilöllisen oppimisen avulla
Kasvatustieteiden pro gradu -tutkielma, 78 sivua, 24 liitesivua
Helmikuu 2017

Tässä kehittämistutkimuksessa olen luonut opetuskokonaisuuden 6. luokan prosenttilaskennasta. Kehittämistutkimuksen kokonaisuus alkoi jo kandidaatintutkielmassani, jossa loin opetusmateriaalin toteutusohjeineen. Tällöin kehitin opetusmateriaalia luokan- ja aineenopettajien antaman palautteen perusteella. Keväällä 2016 toteutin kolmen viikon opetuskokonaisuuden erään alakoulun kahdessa eri kuudennessa luokassa. Opetusjakson aikana keräsin aineistoa pro gradu -tutkielmaani varten.

Jo kandidaatintutkielmasta lähtien tutkimustehtävänäni on ollut luoda prosenttilaskennan opetuskokonaisuus, joka tukee mahdollisimman hyvin oppilaan ymmärryksen kehittymistä sekä kiinnostusta matematiikan oppimiseen. Lisäksi tässä tutkielmassa on tarkoituksena selvittää oppilaiden ja opettajien kokemuksia opetusjaksosta. Opettajien näkökulma sisältää sekä omat että ohjaavien opettajien kokemukset jakson onnistumisesta. Opetusjakson aikana kerätyn aineiston perusteella olen luonut opetuskokonaisuuden viimeiset kehittämisehdotukset.

Opetuskokonaisuuden keskeisiä teemoja ovat toiminnallinen matematiikka sekä yksilöllinen oppiminen. Jaksossa toiminnallisuus ilmenee konkreettisina oppimispeleinä sekä erilaisina tehtävinä, joissa tarvitaan toimintavälineitä, kuten murtokakkuja ja värisauvoja. Koska jakso on kestoltaan lyhyt, se ei vastaa täysin laajaa yksilöllisen oppimisen mallia. Yksilöllisen oppimisen osa-alueista korostuu selkeimmin omatahtinen eteneminen. Oppilaat etenevät materiaalissa omatahtisesti ja perinteinen koko luokalle suunnattu opettajajohtoinen opetus on korvattu opetusvideoilla.

Lopulliset kehittämisehdotukset jakautuvat konkreettisiin muutoksiin oppimateriaalissa sekä muutoksiin jakson toteutuksessa. Oppimateriaalia koskevista muutoksista tärkein on toiminnallisten tehtävien ja perinteisten laskutehtävien yhteyden korostaminen. Sekä opettajapalautteen että omien havaintojeni perusteella oppilailla oli vaikeuksia siirtää toiminnallisista tehtävissä opittuja taitoja mekaanisiin laskutehtäviin. Toiminnallisuus on tärkeä osa matematiikan opetusta, mutta sillä on oltava selkeä yhteys myös matematiikan symbolikieleen.

Opetuksen toteutuksessa on osattava kiinnittää tarpeeksi huomiota jakson tavoitteisiin ja riittävän avun tarjoamiseen oppilaille. Omatahtinen ja toiminnallinen jakso eroaa paljon perinteisestä matematiikan opetuksesta, joten tavoitteiden on oltava selviä oppilaille. Omien oppituntihavaintojeni sekä oppilaspalautteen perusteella osa oppilaista koki saadun avun riittämättömäksi. Olisikin hyvä kiinnittää enemmän huomiota esimerkiksi vertaistukea edistäviin toimintamalleihin.

Opetusjakson aikana luokat reagoivat hyvin eri tavoin opetukseen. Toinen luokista oli selkeästi positiivisempi ja innostuneempi, kun taas toisen luokan asenne oli negatiivisempi koko jakson ajan. Tämä näkyy systemaattisesti oppilaiden antamassa palautteessa. Tutkielman tarkoituksena ei kuitenkaan ollut luokkien välisten erojen tutkiminen. Kiinnostavia jatkotutkimusaiheita olisikin tarkempi perehtyminen oppilaiden suhtautumisen eroihin sekä vastaavanlaisen jakson toteuttaminen pidemmällä aikavälillä.

Avainsanat: kehittämistutkimus, prosenttilasku, toiminnallisuus, oppimispelit, yksilöllinen oppiminen, omatahtinen eteneminen

SISÄLLYS

1 JOHDANTO

Useat tutkimukset (mm. Hirvonen 2012, Rautopuro 2013) osoittavat, että suomalaisten nuorten matematiikan taidot ovat laskussa kaikilla matematiikan osa-alueilla. Vuonna 2011 toteutetun tutkimuksen (Hirvonen 2012) mukaan peruskoulun päättövaiheen oppilaiden matematiikan taidot ovat yleisesti laskeneet ja seuraavan vuoden tutkimuksessa taidot olivat edelleen hieman enemmän laskussa (Rautopuro 2013). Kuitenkin vuonna 2015 toteutetussa matematiikan oppimistulosarvioinnissa taidot olivat pysyneet vuosien 2011 ja 2012 tasolla. Mainitussa tutkimuksessa raportoitiin erikseen myös prosenttilaskutehtävien tuloksia, vaikka ne tyypillisesti luetaan mukaan lukujen ja laskutoimitusten osa-alueeseen. Matemaattisen osaamisen kannalta perus- ja prosenttilaskutaidot ovat hyvin keskeisiä. Onkin huolestuttavaa, että ongelmaratkaisutehtävistä osattiin heikosti juuri prosenttilaskentaan liittyviä tehtäviä. (Julin & Rautopuro 2016; 39, 201).

Myös kansainvälisissä tutkimuksissa on havaittu suomalaisten lasten ja nuorten matematiikan taitojen hiipumista. Tuoreen TIMSS-tutkimuksen mukaan suomalaisten neljäsluokkalaisten matematiikan ja luonnontieteiden osaaminen on heikentynyt. TIMSS-tutkimus täydentää PISA:sta saatavia tietoja ja huomioi PISA-tutkimuksia laajemmin osallistujamaiden opetussuunnitelmat. TIMSS-tutkimuksia on tehty neljän vuoden välein vuodesta 1995. Suomessa sekä neljäs- että kahdeksasluokkalaiset ovat osallistuneet tutkimuksiin vuosina 1999 ja 2011. Tuoreimpaan vuonna 2015 tehtyyn tutkimukseen Suomesta osallistui vain neljäsluokkalaisia. Vaikka matematiikan taidot ovat laskussa, suomalaisten oppimistulokset ovat yhä selkeästi OECD-maiden keskiarvoa korkeammat. Osaamisen keskihajonta on suhteellisten pientä eivätkä alueelliset erot ole merkittäviä. On kuitenkin huomioitava, että viimeaikaiset kansainväliset ja kansalliset tutkimukset ovat havainneet lievää kasvua koulujen välisissä oppimistulosten vaihteluissa (Julin & Rautopuro 2016, 5). Vaikka oppimistulokset ovat edelleen hyviä, viimeisen kymmenen vuoden aikana suomalaisnuorten osaaminen on laskenut kansainvälisissä tutkimuksissa. Erityisesti tämä johtuu poikien osaamisen heikentymisestä. Poikien osaaminen on laskenut merkittävästi kaikilla TIMSS-tutkimuksessa mitattavilla sisältö- ja prosessialueilla, kun taas tyttöjen taitojen lasku on ollut vähäisempää ja joillakin osa-alueilla jopa hieman noussut. Vuoteen 2011 verrattuna poikien osaamistaso on laskenut suhteellisen paljon, kun taas tyttöjen taidot ovat pysyneet suurin piirtein entisellään. Taidot ovat laskeneet erityisesti lukujen ja laskutoimitusten sisältöalueella. Tämä on erityisen huolestuttavaa, sillä tähän sisältöalueeseen kuuluu matemaattisen osaamisen perusasiat. (Vettenranta, Hiltunen, Nissinen, Puhakka & Rautopuro 2016, 5, 83–85.)

Oppilaiden asenteet matematiikkaa kohtaan ovat ristiriitaisia, sillä matematiikka koetaan tärkeäksi oppiaineeksi, mutta siitä ei erityisemmin pidetä. (Hirvonen, Rautopuro & Huhtanen 2013, 17, 119). Yleisesti pojat suhtautuvat matematiikkaan tyttöjä positiivisemmin, vaikka poikien taidot ovatkin olleet laskussa viime aikoina. Kansainvälisesti verrattuna suomalaiset pitävät melko vähän matematiikasta. Muihin maihin verrattuna oppilaat luottavat oppimiseensa keskitasoa vähemmän sekä ovat sitoutumattomampia opetukseen. On huolestuttavaa, että paljon matematiikasta pitävien määrä on laskenut huomattavasti, kun verrataan vuoden 2015 TIMSS-tutkimuksen tuloksia aiempaan vuoden 2011 tutkimukseen. (Vettenranta ym. 2016, 85.)

On olemassa vain vähän tutkimuksia siitä, millaisia ovat tyypilliset suomalaiset matematiikan tunnit. Voidaan kuitenkin olla yksimielisiä perinteisen matematiikan tunnin rakenteesta. Tunnin aluksi tarkistetaan kotitehtävät. Tämän jälkeen opettaja opettaa uutta asiaa, jonka jälkeen sitä käydään yhdessä läpi esimerkkien avulla. Opetushetken jälkeen oppilaat laskevat tehtäviä tyypillisesti oppikirjasta. Lopuksi oppilaat saavat uudet kotitehtävät, jotka nämäkin ovat usein suoraan oppikirjasta. Tämä on ollut vallitseva käytäntö 1980- ja 90-luvuilla, mutta se näyttää jatkuneen myös 2000-luvulle. (Pehkonen & Rossi 2007, 143–144.) Vuonna 2015 toteutetussa tutkimuksessa selvitettiin muun muassa peruskoulun päättövaiheen oppilaiden sekä heidän opettajiensa käsityksiä oppituntien käytänteistä ja työtavoista. Kysymykset olivat Likert-asteikollisia välillä 1–5 (ei koskaan – aina). Sekä opettajat että oppilaat olivat sitä mieltä, että opettajajohtoista opetusta on usein. Ryhmässä tai parin kanssa opiskelua käytettiin oppilaiden mielestä hieman harvemmin kuin joskus. Vastausten keskiarvo Likert-asteikolla oli 2,6. Oppilaiden mukaan oppiminen tapahtui melko harvoin mittaamalla, rakentamalla tai muulla tavoin tekemällä, sillä vastausten keskiarvo oli 2,3. (Julin & Rautopuro 2016, 122, 127–128.) Nämä tulokset antavat viitteitä siitä, että myös nykyään matematiikkaa opetetaan ainakin joissain määrin perinteisin menetelmin.

Tällä tutkimuksella olen halunnut nostaa esille perinteistä poikkeavan tavan opettaa matematiikkaa. Vaikka opetuskokonaisuus käsittelee prosenttilaskentaa, sen teemat soveltuvat myös laajemmin matematiikan tai mahdollisesti myös muiden oppiaineiden opetukseen. Koska matematiikan oppimistulokset ovat olleet laskusuuntaisia, on tärkeää pohtia, millaisia muutoksia voitaisiin saavuttaa päivittämällä matematiikan opetusta. Tutkielman henkilökohtaisena motiivina on oma kiinnostukseni matematiikkaan ja sen opetukseen. Olen luokanopettaja, mutta minulla on myös matematiikan aineenopettajan kelpoisuus. Mielestäni matematiikan opetuksen tulisi olla kiinnostavaa ja hauskaa sekä tähdätä oppilaan todelliseen ymmärrykseen. Kaikista ei tule matemaatikkoja, mutta jokainen voisi hallita oman arkielämänsä matematiikan ilman negatiivisia tunteita. Heti opiskelujeni alkuvuosista lähtien olen painottanut kaikissa opetusharjoitteluissani erityisesti toiminnallista matematiikka sekä erilaisia konkreettisia oppimispelejä. Yksilölliseen oppimiseen ja omatahtiseen etenemiseen tutustuin tarkemmin vasta tämän kehittämistutkimuksen myötä.

Yksilöllisen oppimisen periaatteet voidaan nähdä uusina oppimiskulttuurin muokkaajina, vaikka menetelmän osa-alueet ovatkin ennestään tunnettuja. Suomessa Peura on aloittanut menetelmän kehittämisen vuonna 2010. (Peura 2012b, 4.) Menetelmä on saavuttanut suosiota, mikä voidaan havaita esimerkiksi erilaisista Facebookin oppimista käsittelevistä ryhmistä. Huhtikuussa 2014 Peura on luonut ryhmän ”*Yksilöllinen oppiminen ja oppimisen omistajuus*”, ja siihen on liittynyt joulukuuhun 2016 mennessä lähes 13 000 jäsentä. Lisäksi käyttäjät ovat perustaneet useita tarkemmin rajattuja yksilöllisen oppimisen ryhmiä. (Facebook 2016.)

Tutkielmani on kehittämistutkimus ja aluksi esittelen yleisesti kehittämistutkimuksen taustaa ja lähtökohtia sekä sen läheistä yhteyttä toimintatutkimukseen. Kolmannessa luvussa käsittelen tutkimuksen teoreettista viitekehystä. Opetuskokonaisuus pohjautuu toiminnalliseen matematiikkaan sekä yksilölliseen oppimiseen. Tämän lisäksi tarkennan matemaattisen osaamisen käsitettä ja sitä, miten prosenttilaskenta ilmenee perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa. Neljäs luku sisältää tutkimustehtävän- ja kysymykset. Tutkimustehtävänä on kehittää opetuskokonaisuus, joka tukee mahdollisimman hyvin oppilaiden prosenttilaskennan ymmärryksen kehittymistä. Tutkimuskysymysten avulla selvitän opetusjaksolle osallistuneiden oppilaiden ja opettajien kokemuksia jakson sisällöistä ja toimintatavoista. Viidennessä luvussa kuvailen tarkemmin tutkimusprosessin etenemistä ja esittelen kandidaatintutkielmavaiheessa luodun opetusmateriaalin yhteyksiä esitettyyn teoriaan. Kuudennessa luvussa esittelen tutkimuksen tuloksia ja tuon esille kaikki aineiston herättämät kehittämisideat. Lopulliset kehittämisehdotukset esittelen seitsemännessä luvussa, jossa perustelen minkä takia ja millaisia muutoksia opetuskokonaisuuteen kannattaisi tehdä. Tutkimuksen viimeisessä luvussa pohdin tarkemmin opetusjakson herättämiä kysymyksiä. Tämän lisäksi käsittelen tutkimuksen luotettavuutta ja jatkotutkimusideoita.

2 KEHITTÄMISTUTKIMUS

Kehittämistutkimus on melko nuori metodinen lähestymistapa kasvatus- ja opetusalalla, sillä alan ensimmäiset tutkimusartikkelit julkaistiin 1990-luvun alussa (Juuti & Lavonen 2009, 157–158; Pernaa 2013, 10–11). Menetelmästä käytetään useita nimityksiä sekä suomen- että englanninkielisessä kirjallisuudessa. Suomessa on käytetty käsitteitä *kehittämistutkimus* (Leppäaho 2007, 112–115; Pernaa, Aksela & Västinsalo 2010) sekä *design-tutkimus* (Immonen-Orpana 2009, 65; Tauriainen 2009, 79–84) ja *suunnittelututkimus* (Heikkinen 2015). Lähteestä riippuen englanninkielisessä kirjallisuudessa on käytetty esimerkiksi käsitteitä *design research*, *educational design research*, *develpoment research*, *design experiments* tai *formative research* (Reeves, McKenney & Herrington 2011). Vakiintunein termi englanninkielisessä kirjallisuudessa on kuitenkin *design-based research* (Juuti & Lavonen 2009, 158).

Kehittämistutkimuksella on vakiintunut asemansa tuotantotalouden ja tietojärjestelmätieteen piirissä (Reeves ym. 2011). Metodin alkuperä on materiaalisten tuotteiden ja rakennusten suunnittelussa, mutta myöhemmin sitä on sovellettu myös sosiaalisten prosessien suunnitteluun (Heikkinen 2015, 207–208). Tästä johtuen kasvatustieteen piirissä on haluttu korostaa eroa tuotantotalouden tai tietojärjestelmätieteen kehittämistutkimuksiin ja on puhuttu myös kasvatustieteellisestä kehittämistutkimuksesta (*educational design research*) (Reeves ym. 2011). Kasvatustieteellinen kehittämistutkimus on muotoutunut tarpeesta luoda tieteellistä tutkimustietoa, jonka lähtökohtana ovat todellisten opetustilanteiden aidot tarpeet. Aiemmin opetusalan tutkimusta on kritisoitu käytännönläheisen tiedon puuttumisesta, jota opettajat voisivat käyttää arkityössään. Toisaalta tutkimuksissa saatuja lupaavia tuloksia ei ole onnistuttu siirtämään käytäntöön. Kehittämistutkimuksen lähtökohtana voi olla esimerkiksi opetussuunnitelman muutokset. Opettajalle ei välttämättä ole selvää, kuinka toimia, jotta uudet tavoitteet toteutuvat. Tällöin tutkimustarpeena olisi uusien pedagogisten mallien kehittäminen. Viime aikoina kehittämistutkimus on yleistynyt Suomessa erityisesti ainedidaktiikan alan tutkimuksissa, jolloin päämäärä on kehittää jokin didaktinen tuotos. (Juuti & Lavonen 2009, 157; Pernaa 2013, 10–11.) Kehittämistutkimus on yleistynyt myös maailmanlaajuisesti oppimisen ja oppimisympäristöjen tutkimuksissa. (Heikkinen, Kontinen & Häkkinen 2010, 67–74).

Tutkimusmenetelmässä kehittäminen ja tutkiminen yhdistyvät syklisessä prosessissa, jossa on sekä teoreettisia että kokeellisia vaiheita. Voidaan ajatella, että keskeisintä on teoriaan pohjautuva kehittäminen, mutta toisaalta kehittämisen kautta voidaan tuottaa teoriaa. (Pernaa 2013, 10–14.) Kehittämistutkimuksen prosessi on monitahoinen ja vaatii tutkijalta luovuutta. Prosessin aikana pyritään saamaan tasapainoon sekä tutkimuksen tavoitteet että mahdolliset rajoitukset. Kehittämistutkimuksen prosessi jakautuu seuraaviin vaiheisiin: 1) ongelma-analyysi 2) kehittämisprosessi 3) kehittämistuotos. (Edelson 2002, 108–111.)

Kehittämistutkimus alkaa *ongelma-analyysilla*, jolla selvitetään kehittämisen tarpeet, mahdollisuudet ja haasteet. Tämä on tärkeä vaihe kehittämistutkimuksessa, sillä tutkimustarpeen tulisi nousta aina todellisesta ongelmasta. Ongelma-analyysi voi olla joko empiirinen, teoreettinen tai näiden yhdistelmä. Tarkka suunnittelu ennen toimintaan ryhtymistä on keskeistä, ja tutkimuksessa sovelletaan teoriaa käytäntöön. Ongelma-analyysin jälkeen seuraa *kehittämisprosessi*. Tässä vaiheessa kehittämistavoitteet ovat jo selviä ja niiden pohjalta luodaan alustava kehittämissuunnitelma. Tämä suunnitelma muokkautuu ja kehittyy prosessin aikana. Kehittämisprosessi muodostuu siis kehittämissuunnitelman tekemisestä ja sen muokkaamisesta. Prosessi on syklinen ja ensimmäiset vaiheet voivat toistua moneen kertaan. Viimeisenä vaiheena on *kehittämistuotoksen* vaihe. Tässä vaiheessa kehittäjät ovat muodostaneet ratkaisun tai tuotoksen alun kehittämistavoitteisiin. Koska kehittämistutkimus keskittyy todellisiin ongelmiin aidoissa tilanteissa, siinä tarkastellaan yhden muuttujan sijaan useita toisiinsa vaikuttavia muuttujia. Käytettävät menetelmät ovat innovatiivisia ja kehittämistutkimusta luonnehtivat tapaustutkimuksellinen lähestymistapa, monimenetelmällinen ote ja pitkittäisanalyysi. (Heikkinen ym. 2010, 69-70; Juuti & Lavonen 2009, 167; Pernaa 2013, 16–19.)

Juuti ja Lavonen (2009) ovat keskittyneet erityisesti kehittämistutkimukseen, joka liittyy opetukseen. Tällöin prosessin tuotoksena on jokin didaktinen artefakti. Se voi olla esimerkiksi oppikirja (Lavonen, Meisalo & Autio 1998) tai verkkopohjainen oppimisympäristö (Juuti 2005). Tarkoituksena on, että artefakti otetaan käyttöön opetuksessa ja se helpottaa opettajaa toimimaan ymmärrettävämmin niin, että opetuksen tavoitteet saavutetaan. Artefaktin hyvä käytettävyys on tärkeää ja sen käyttöönoton tulisi olla helppoa. Jos opettaja ja tutkija ovat eri henkilöitä, vaarana on, että tutkimuksen tarpeet ja tavoitteet käsitetään eri tavalla. Artefaktin tavoitteena on auttaa opettajaa opettamaan ymmärrettävämmin eikä sen käyttöönotto saisi olla vain tekninen toimenpide. Jotta tämä toteutuisi, tutkijan ja opettajan käsitykset tarpeista, tavoitteista ja ongelmista tulee olla mahdollisimman yhtenevät. Jotta artefaktin käyttö olisi onnistunutta, tulee opettajan sisäistää artefaktin keskeiset periaatteet. Artefakti voi epäonnistua, jos se on liian monimutkainen eivätkä opettajat ota sitä käyttöönsä. Vaikka artefakti on konkreettinen tuotos, sisältää se myös aina immateriaalisen puolen. Tämä syntyy opettajan ajattelusta ja tavasta käyttää artefaktia sekä käytännön luokkahuonetoiminnasta artefaktia käytettäessä. (Juuti & Lavonen 2009, 157–171.)

Kehittämistutkimuksen tarkoituksena on opetus-opiskelu-oppimisprosessin muuttaminen. Muuttaminen tapahtuu tutkimalla prosessin osapuolten reagointia, jolloin on mahdollista saada uutta tietoa. Tietoa saadaan toiminnan kautta kokemuksia reflektoimalla. On huomattava reflektoinnin merkityksellisyys, sillä pelkkä kokemus opetustilanteesta ei ole tietoa. Kehittämistutkimus tuottaa kolmenlaista tietoa: normatiivista tietoa onnistuneen kehittämisprosessin ja artefaktin piirteistä sekä deskriptiivistä tietoa opetus-opiskelu-oppimisprosessista. (Juuti & Lavonen 2009, 157–171.)

Kehittämistutkimus on luonteeltaan lähellä toimintatutkimusta, sillä molemmat tutkimusmenetelmät painottavat käytäntöjen tutkimuksellista kehittämistä, tutkimuksen toteutuksen syklistä luonnetta sekä teoreettisen ja empiirisen tarkastelun vuorottelua. Kehittämistutkimuksen ja toimintatutkimuksen välillä on yhtäläisyyksiä, ja osa tutkijoista katsookin, että kehittämistutkimus olisi yksi toimintatutkimuksen suuntauksista (Heikkinen ym. 2010, 67–74.) Tutkimusmenetelmillä on eroja ja esimerkiksi Järvisen (2005; 2007) mukaan perusero liittyy niiden historiallisiin lähtökohtiin. Kehittämistutkimus on kehittynyt matemaattis-luonnontieteellisen tutkimuksen ja toimintatutkimus yhteiskuntatieteellisen tutkimuksen yhteydessä. Lisäksi kehittämistutkimus on selkeästi nuorempi tutkimusmenetelmä. Myös kehittämistuotoksen eli artefaktin rooli on erilainen toiminta- ja kehittämistutkimuksissa. Toimintatutkimuksessa toimijat kehittävät toimintaansa ja lopputuloksena on uudenlainen toiminta, kun taas kehittämistutkimuksessa keskitytään konkreettisen tuotoksen kehittämiseen. (Juuti & Lavonen 2009, 170–171.) Koska kehittämistutkimuksessa konkreettinen tuotos on keskeisessä roolissa, prosessissa painottuu enemmän teoreettisesti ohjattu suunnitteluprosessi, kun taas toimintatutkimuksen painopiste on enemmän kokeilun jälkeisessä reflektoinnissa ja arvioinnissa. (Heikkinen ym. 2010, 67–68). Koska tutkimuksilla on erilainen päämäärä, niissä myös arvioidaan eri asioita. Kehittämistutkimuksessa arvioinnin kohteena on konkreettinen tuotos, kun taas toimintatutkimuksessa reflektoidaan toimintaa. Toimintatutkimuksessa keskitytään enemmän paikallisten vastausten löytymiseen, kun taas kehittämistutkimuksen tarkoituksena on luoda suurempaan mittakaavaan yleistettävää teoriaa ja tarkastella ilmiötä kokonaisvaltaisesti (Pernaa 2013, 10–14.)

Kehittämistutkimuksen luotettavuutta on kritisoitu tutkimuskirjallisuudessa. Haasteina ovat esimerkiksi objektiivisuus ja puolueeton analyysin teko. (Pernaa 2013, 18.) Usein opetusalan kehittämistutkimuksissa tutkija voi itse olla myös opettajana eli testaamassa suunnittelemaansa kokonaisuutta (ks. esim. Leppäaho 2007). Tällöin sama henkilö sekä kehittää että arvioi lopullista tuotosta.

Perinteisesti tutkimuksen luotettavuutta arvioidaan validiteetin ja reliabiliteetin avulla. Validiteetti merkitsee pätevyyttä eli kuinka hyvin tutkimus kohdistuu siihen, mitä oli tarkoitus tutkia. Reliabiliteetilla tarkoitetaan luotettavuutta ja tulosten toistettavuutta. Nämä käsitteet ovat syntyneet määrällisen tutkimuksen piirissä eikä niitä voi usein suoraan soveltaa kehittämistutkimuksessa, jossa voi olla laadullisia osioita. Monissa lähteissä sovelletaan Lincolnin ja Guban kirjassa Naturalistic Inquiry (1985) esitettyjä luotettavuuden kriteerien neljää luokkaa. Nämä luokat ovat uskottavuus, siirrettävyys, luotettavuus ja varmuus sekä vahvistettavuus (Tuomi & Sarajärvi 2009, 136–139.)

Pernaa (2011) on väitöskirjassaan arvioinut kehittämistutkimuksen luotettavuutta peilaamalla Design-Based Research Collectiven (2003) määrittelemiä edellä mainittuun Lincolnin ja Guban (1985) luokitteluun. Hän esittää seuraavat kohdat kehittämistutkimuksen luotettavuuden arvioinnin tueksi.

- Kehittämisen tulee olla kokonaisvaltaista. Tällöin saadaan sekä ohjaavia malleja ja teorioita sekä kuvailevia teorioita (uskottavuus ja siirrettävyys).
- Kehittämisen tulee edetä sykleittäin ja sisältää jatkuvaa kehittämistä ja arviointia (uskottavuus, luotettavuus ja vahvistettavuus).
- Kehittämisen päämääränä tulee olla teoriat, jotka ovat siirrettävissä kentälle opetusalan ammattilaisten käyttöön (siirrettävyys).
- Kehittämisprosessin tulee sisältää testaamista autenttisissa olosuhteissa (siirrettävyys, luotettavuus ja vahvistettavuus).
- Kehittämisprosessin jokainen sykli tulee dokumentoida tarkasti (luotettavuus ja vahvistettavuus). (Design-Based Research Collective 2003; Tuomi & Sarajärvi 2009, 136–139; Pernaa 2011, 13–15.)

Toisaalta Kiviniemi (2015) on lähestynyt kasvatustieteellisen kehittämistutkimuksen luotettavuutta kolmesta näkökulmasta, jotka ovat prosessivaliditeetti, käytännöllinen validiteetti ja yleistettävyys. Koska kehittämistutkimus on käytännön tarpeista nouseva vaiheittainen prosessi, on sen luotettavuutta perusteltua tarkastella monivaiheisesti koko prosessin hallinnan kannalta. Tätä kutsutaan prosessivaliditeetiksi. Myös Kiviniemi nostaa Pernaan (2011) tapaan esille sen, että kehittämistutkimuksen tuotoksen tulisi olla siirrettävissä käytäntöön. Luotettavuuden näkökulmasta tämä tarkoittaa tutkimuksen käytännöllisen validiteetin arviointia. Kehittämistutkimus pohjautuu teoriaan, mutta toisaalta sen kautta voidaan myös tuottaa teoriaa. Luotettavuuden tarkastelussa tämä tarkoittaa yleistettävyyden huomioimista. (Kiviniemi 2015, 232.)

Kaikilla tutkimusmenetelmillä on omat erityispiirteensä ja luotettavuutta tulisi tarkastella aina kuhunkin menetelmään soveltuvilla tavoilla. Yleisesti keskeistä on johdonmukaisuus. Tutkijan tulee selventää näkemyksenä siitä, miten hän ymmärtää tutkimuksen tekemisen ja miten nämä näkökulmat otetaan huomioon tutkimuksessa. Luotettavuutta tarkastellessa tutkijan tulee arvioida, kuinka hyvin tutkimuksellisten periaatteiden noudattaminen on onnistunut. (Kiviniemi 2015, 232). Tarkemmin tämän tutkimuksen luotettavuutta on pohdittu luvussa 8.

3 TUTKIMUKSEN TEOREETTINEN VIITEKEHYS

Seuraavaksi esittelen tutkimuksen teoreettisen viitekehyksen, joka koostuu opetuskokonaisuuden keskeisistä pedagogisista teemoista: toiminnallisesta matematiikasta ja oppimispeleistä sekä yksilöllisestä oppimisesta. Lisäksi käsittelen prosenttilaskennan esiintymistä perusopetuksen opetussuunnitelmassa. Koska kyseessä on matematiikan oppiminen, on tärkeää perehtyä tarkemmin myös siihen, miten matemaattinen osaaminen määritellään. Matemaattisen osaamisen määrittelyssä olen käyttänyt Kilpatrickin, Swaffordin ja Bradfordin (2001, 115–116) mallia sekä Zimmermannin (2003, 41–43) kahdeksaa matematiikan aktiviteettia. Perusopetuksen opetussuunnitelma sekä käsitykset matemaattisesta osaamisesta luovat pohjan prosenttilaskennan opetuskokonaisuuden toteutukselle ja kehitykselle.

3.1 Prosenttilaskenta perusopetuksen opetussuunnitelmassa

Perusopetuksen opetussuunnitelmassa (2014) prosenttilaskenta kuuluu lukujen ja laskutoimitusten sisältöalueeseen ja se mainitaan ensimmäisen kerran 3. – 6. vuosiluokan matematiikan tavoitteissa. Tavoitteena on perehtyä prosentin käsitteeseen sekä pohjustaa prosenttiluvun ja -arvon ymmärtämistä ja harjoitella niiden laskemista yksinkertaisissa tapauksissa. Tarkoituksena on myös hyödyntää murtoluvun, desimaaliluvun ja prosentin välisiä yhteyksiä. (OPH[1] 2014, 235–236.)

Vuosiluokilla 7–9 opetuksen tavoitteena on tukea oppilasta laajentamaan ymmärrystään prosenttilaskennasta sekä varmistaa prosentin käsitteen ymmärtäminen. Lisäksi harjoitellaan prosenttiosuuden laskemista ja prosenttiluvun osoittaman määrän laskemista kokonaisuudesta. Tavoitteena on myös oppia laskemaan muuttunut arvo, perusarvo sekä muutos- ja vertailuprosentti. Päättöarvioinnin kriteereissä 9. vuosiluokalla prosentin käsite ja prosenttilaskenta ovat yhtenä arvioinnin kohteena. Kuudennen vuosiluokan arviointikriteereissä prosenttilaskentaa ei mainita erikseen. Vuosiluokilla 3–6 prosenttilaskennan tavoitteet painottavat perehtymistä, ymmärryksen pohjustamista ja yksinkertaisten tapausten harjoittelua. Vasta myöhemmillä luokilla oleellista on

[1] Opetushallitus

ymmärryksen laajentaminen ja haastavampien laskujen laskeminen. (OPH 2014, 236–239, 375, 378–379.)

Tampereella ei ole kuntakohtaisia lisäyksiä valtakunnan perusopetuksen opetussuunnitelmaan, vaan koulut noudattavat edellä mainittuja ohjeita (Tampereen kaupungin perusopetuksen opetussuunnitelma 2016). Tampereen yliopiston normaalikoulun perusopetuksen opetussuunnitelma erittelee opetuksen tavoitteita vuosiluokittain. Viidennellä vuosiluokalla tavoitteet ovat täysin samat kuin valtakunnallisessa opetussuunnitelmassa vuosiluokilla 3–6. Kuudennella vuosiluokalla tavoitteena on varmentaa prosentin käsitteen ymmärtäminen. Lisäksi varmennetaan prosenttiluvun ja -arvon ymmärtäminen ja laskeminen sekä harjoitellaan prosenttikertoimen hyödyntämistä käytännön tilanteissa. Kuudennen luokan tavoitteissa siis painottuu jo opitun kertaaminen ja syventäminen. (Tampereen yliopiston normaalikoulun perusopetuksen opetussuunnitelma 2016, 292–293, 299–300.)

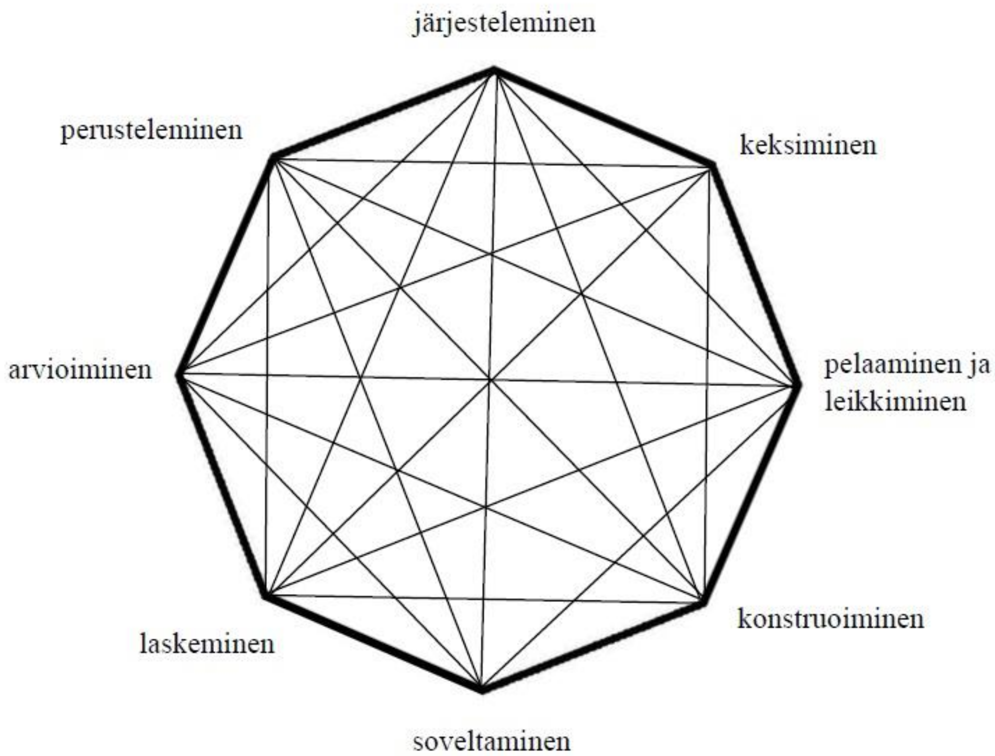
3.2 Matemaattinen osaaminen

Hyvän matemaattisen osaamisen määritelmä on vaihdellut historian aikana. 1900-luvun alkupuolella arvostettiin laskennallisia taitoja, kunnes 50–60 -luvuille tultaessa huomioitiin myös matematiikan rakenteen ymmärtäminen. 1980–90 -luvuilla keskeisiksi nousivat matemaattinen päättely ja ongelmaratkaisu sekä kommunikointi. Määriteltäessä matemaattista osaamista Kilpatrick, Swafford ja Bradford (2001) havaitsivat, että kaikkia ulottuvuuksia ei ole huomioitu riittävästi. He kehittivät termin *matemaattinen osaaminen (mathematical proficiency),* joka koostuu seuraavista viidestä piirteestä:

- **Käsitteellinen ymmärtäminen:** Ymmärrys matemaattisista käsitteistä, operaatioista ja niiden suhteista.
- **Proseduraalinen sujuvuus:** Taito suorittaa prosesseja joustavasti, virheettömästi, tehokkaasti ja tarkoituksenmukaisesti.
- **Strateginen kompetenssi:** Taito muodostaa, esittää ja ratkaista matemaattisia ongelmia.
- **Mukautuva päättely:** Kyky loogiseen ajatteluun, reflektioon, selittämiseen ja todistamiseen.
- **Yritteliäisyys:** Taipumus nähdä matematiikka järkevänä, hyödyllisenä ja tarpeellisena yhdistettynä uskoon ahkeruuden merkityksestä ja omiin kykyihin.

Jokainen näistä piirteestä kuvaa erilaista näkökulmaa matemaattisen osaamisen kokonaisuudesta eikä niitä voida ajatella erillisinä. Piirteet ovat toisistaan riippuvaisia ja tästä yhteen kietoutuneesta kokonaisuudesta muodostuu matemaattinen osaaminen (Kilpatrick, Swafford & Bradford 2001, 115–116.)

Matematiikan historiaa tutkimalla Zimmermann (2003) on löytänyt kahdeksan aktiviteettia, jotka ovat aikojen kuluessa vaikuttaneet uuden matematiikan luomiseen. Näitä aktiviteetteja voidaan pitää myös perustana matematiikalle ja sen opetukselle. Aktiviteetit ovat järjesteleminen, keksiminen, pelaaminen ja leikkiminen, konstruoiminen, soveltaminen, laskeminen, arvioiminen ja perusteleminen. Tarkastellessaan kouluopetusta Zimmermann on järjestänyt aktiviteetit tiettyyn järjestykseen kahdeksankulmion ympärille (kuvio 1). Laskeminen, soveltaminen ja konstruoiminen ovat kaikki hyvin vanhoja ja tavallisia aktiviteetteja sekä koulussa että arkielämässä. Tästä johtuen ne on asetettu kuvion alimmaisiksi. Järjesteleminen ja keksiminen ovat edellisiin verrattuna monimutkaisempia ja kehittyneempiä tapahtumia, joten ne on sijoitettu kuvion yläosaan. Matematiikassa pelaaminen ja sitä tukeva ympäristö on tärkeä kaikenikäisille. Myös matematiikan historian tutkimus tukee tätä näkökulmaa. Käsitteiden järjestäminen kahdeksankulmion ympärille kuvaa niiden yhteyttä ja verkottumista toisiinsa. (Haapasalo 2013, 16; Zimmermann 2003, 41–43.)



KUVIO 1. Zimmermannin kahdeksan matematiikan aktiviteettia (mt. 42).

Kilpatrickin ja kollegoiden määritelmä matemaattisesta osaamisesta ja Zimmermannin kahdeksan matematiikan aktiviteettia voidaan nähdä toisiaan täydentävinä malleina. Zimmermannin aktiviteettien harjoittaminen edellyttää matemaattisen osaamisen eri osa-alueiden hallintaa. Esimerkiksi laskemisen aktiviteetti vaatii sekä käsitteellistä ymmärtämistä että proseduraalista sujuvuutta. Soveltaminen voidaan nähdä vielä monimutkaisempana toimintana, joka edellyttää myös strategista kompetenssia ja mukautuvaa päättelyä. Toisaalta kahdeksan aktiviteettia nostavat esiin näkökulmia matemaattisen osaamisen määritelmän ulkopuolelta. Esimerkiksi pelaaminen ja leikkiminen nähdään tärkeinä aktiviteetteina kaikenikäisillä oppijoilla, sillä ne vastaavat ihmisen luontaisiin sosiaalisiin tarpeisiin (Zimmermann 2003, 34–35). Aktiviteetit voidaankin ajatella toimintoina, jotka harjoittavat matemaattista osaamista ja edesauttavat sen kehittymistä. Ne eivät itsessään määrittele matemaattista osaamista, sillä esimerkiksi laskemisen aktiviteetti koostuu useammasta matemaattisen osaamisen osa-alueesta. Zimmermannin aktiviteetit ovat syntyneet tutkimalla matematiikan kehittymisen historiaa ja selvittämällä, millaiset motiivit ja aktiviteetit ovat olleet uuden matematiikan synnyn taustalla (mt. 30). Tästä johtuen näiden kahdeksan aktiviteetin monipuolista harjoittamista voidaan pitää yritteliäisyyden osa-alueen kehittymisen tukemisena. Matemaattisen osaamisen osa-alueista yritteliäisyys liittyy muun muassa yksilön käsityksiin matematiikan hyödyllisyydestä. Koska matematiikan kehittyminen on noussut käytännön tarpeista, voi aktiviteettien monipuolinen harjoittaminen tukea yksilön kokemuksia matematiikan merkityksellisyydestä ja hyödyllisyydestä.

3.3 Toiminnallinen matematiikka

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden (2014) mukaan konkretia ja toiminnallisuus ovat keskeinen osa matematiikan opiskelua ja opetusta. Oppilaiden tulisi osata esittää matemaattista päättelyään ja ratkaisujaan eri tavoin ja erilaisilla välineillä. Lisäksi oppimispelit- ja leikit nähdään tärkeinä oppilaita motivoivina työtapoina. Oppilaille tulisi myös tarjota sopivia välineitä oppimisen tueksi. (OPH 2014, 234–237.)

Matematiikassa opetuksen toiminnallisuus tarkoittaa toimintamateriaalin avulla tutkimista, kokeilemista ja konkretisointia. Toimintamateriaalit kuvaavat selkeästi ja konkreettisesti abstrakteja matematiikan malleja (Laski, Jor’dan, Daoust & Murray 2015, 1; Moyer & Jones 2004, 16). Materiaalien käyttäminen voi tapahtua joko yksin, pareittain, ryhmässä tai koko luokan kesken. Valmiin materiaalin avulla tuetaan oppimista, mutta toisaalta opetuksessa voi olla tilanteita, joissa itse toiminta tuottaa materiaalia. Valmista opetusmateriaalia voi ostaa tai opetuksessa voidaan käyttää jokaisen kotoa löytyviä tavaroita, esimerkiksi erilaisia pakkauksia. Toiminnallisessa opetuksessa oppilailla on mahdollisuus keskustella, selvittää asioita kokeellisesti sekä tehdä havaintoja rakentaen konkreettisilla välineillä. (Rossi & Vaino-Rantanen 1994, 126– 127). Aina toiminnallisessa opetuksessa ei tarvita edes erillisiä välineitä, vaan konkretisointi voi tapahtua esimerkiksi oman kehon avulla.

Toimintamateriaalit ovat siis matematiikan symbolisten tai abstraktien esitysten fyysisiä malleja. Opetuksen tavoitteena ei kuitenkaan saisi olla vain toimintamateriaalien käyttö, vaan ne on nähtävä apukeinona rakennettaessa matemaattista ymmärrystä. On tärkeää, että toimintamateriaalien käyttö on harkittua ja tavoitteellista. (Lindgren 1990, 90–92.) Tutkimukset osoittavat, että pelkkä toimintamateriaalien käyttäminen ei automaattisesti paranna oppimistuloksia (Carbonneau, Marley, & Selig 2013, 396). Kun toiminnallisia harjoituksia käytetään oppimisvaiheessa, oppilaan ymmärrys käsitteestä ja sen rakenteesta selkiytyy. Vähitellen konkreettiset ajatusmallit voidaan muuttaa matematiikan symbolikielelle. Toimintavälineiden avulla oppilas voi oppia ajattelemaan ja perustelemaan ajatuksiaan syvällisemmin. Tällöin myös ymmärrys matemaattisista käsitteistä sekä niiden välisistä suhteista kasvaa. Jotta oppiminen toimintavälineiden avulla olisi mahdollisimman tehokasta, oppilaan tulisi antaa tutustua rauhassa uuteen toimintavälineeseen. (Ilmavirta 1995, 62–63; Stein & Bovalino 2001, 356). Lisäksi toimintavälineitä tulisi käyttää johdonmukaisesti tarpeeksi pitkän aikaa (Laski ym. 2015, 2).

Tutkimukset osoittavat, että oppiminen on tehokkainta silloin, kun oppilaat aktiivisesti konstruoivat omaa matemaattista ymmärrystään. Usein tämänkaltainen oppimistilanne voidaan luoda toimintamateriaalien käytöllä. (Boggan, Harper & Whitmire 2010, 1.) Koska matematiikan opetuksessa tähdätään käsitteen ymmärrykseen, tulisi kaikenikäisten ja -tasoisten oppilaiden saada rakennella konkreettisia malleja, joiden avulla luodaan oikeita mielikuvia. Toimintavälineillä voidaan myös lisätä matematiikan opetuksen kiehtovuutta. Alun perin opetusta helpottamaan syntyneet aineistot, kuten oppikirjat, ovat kuitenkin alkaneet hallita opetuksen kulkua. Oppikirjoista on tullut toiminnankohteita, ja perinteinen matematiikan oppitunti painottuu kirjatehtävien ratkaisuun. Kuitenkin matematiikan opetus tulisi perustua opetussuunnitelmaan eikä oppikirjoihin. (Vaahtokari & Vähäpassi 1998, 213–115.) Olisikin osattava käyttää toimintamateriaaleja tarkoituksenmukaisesti oppikirjan tukena.

Eri tutkimusten tulokset toimintavälineiden vaikutuksesta oppimiseen ovat vaihtelevia (Laski ym. 2015, 1). Carbonneau kollegoineen (2013) on toteuttanut meta-analyysin siitä, miten konkreettisten toimintavälineiden käyttö vaikuttaa oppimistuloksiin. Analyysissa oli mukana 55 tutkimusta, joissa verrattiin toimintavälineiden avulla opiskelleita oppilaita oppilaisiin, jotka käyttivät ainoastaan abstrakteja matematiikan symboleja. Tutkimuksissa oli oppilaita päiväkotiikäisistä yliopistoon asti. Analyysi osoittaa, että toimintamateriaalien käytöllä on positiivisia vaikutuksia oppimistuloksiin. Ryhmien väliset erot olivat pieniä ja kohtalaisia, mutta kuitenkin tilastollisesti merkitseviä. Tuloksista käy ilmi, että toimintamateriaalien positiivinen vaikutus riippuu myös muista opetukseen liittyvistä tekijöistä, kuten ohjauksen määrästä oppimisprosessin aikana. (Corbonneau ym. 2013; 380, 396.)

3.4 Oppimispelit matematiikassa

Nykyään leikillisyys nähdään yhä enemmän osana kulttuuria ja luovaa työntekoa. Leikillisyyttä on tutkittu Suomessa oppimisen ja oppimisympäristöjen näkökulmasta sekä siihen liittyvät pedagogiset käytännöt ovat saaneet yhä enenevissä määrin huomiota. On havaittu, että leikillisyyden yhdistäminen oppimiseen voi tuottaa innostuneempia ja motivoituneempia oppijoita. Leikillisyys on käsitteenä moniulotteinen eikä sille ole yksiselitteistä määritelmää. Englanninkielisestä käsitteestä *playfulness* on Suomessa käytetty termejä *leikillisyys* ja *pelillisyys.* Pelillisyydestä käytetään englanniksi myös termiä *gamification.* Mäyrä (2011) suosii käsitettä leikillisyys, sillä se huomioi pelillisyyttä paremmin myös asenteen merkityksen. Kangas (2014) näkee leikillisen oppimisen yläkäsitteenä leikillisyydelle ja pelillisyydelle. Leikillistä oppimista tapahtuu informaalisti, mutta se voi olla myös osa formaalia oppimista. Käsitteet leikki, peli, leikillisyys ja pelillisyys ovat osittain päällekkäisiä ja määräytyvät tapauskohtaisesti. Kontekstista riippuen leikillinen oppiminen voi saada erilaisia painotuksia. Käsitteet leikillisyys ja pelillisyys täydentävät toisiaan, vaikka niillä ovatkin erilaiset lähtökohdat. Leikillisyys voidaan kuitenkin ymmärtää pelillisyyttä moniulotteisempana. Leikillinen oppiminen huomioi nämä kaikki osa-alueet ja siinä oppimista tarkastellaan kokonaisvaltaisesti. (Kangas 2014, 73–74, 83–84.)

Toiminnallista matematiikkaa voidaan toteuttaa esimerkiksi oppimispelien avulla. Perusopetuksen opetussuunnitelmassa oppimispelit nähdään myös tärkeänä osana oppilaan motivoimisessa matematiikan opiskeluun. Laajemmin leikit, pelillisyys, fyysinen aktiivisuus, kokeellisuus ja muut toiminnalliset työtavat nähdään oppimisen ilon edistäjinä. Nämä vahvistavat myös edellytyksiä luovaan ajatteluun ja oivaltamiseen. Työtapojen valinnassa pelit ja pelillisyys nähdään yhtenä osa-alueena. (OPH 2014; 21, 31, 236.) Leikkiminen on yksi tehokkaimmista tavoista oppia uusia asioita (Järvilehto 2014, 119). Usein oppilaat kokevat mekaaniset oppikirjatehtävät tarpeettomiksi. Oppimispelien avulla voidaan herättää mielenkiintoa näihin tehtäviin ja turvata paremmin peruslaskutaitojen hallinta. Pelit voivat siis edistää positiivista asennetta, joka on oppimisen kannalta tärkeää. (Pehkonen & Rossi 2007, 149.)

Varhaislapsuudesta lähtien lapset havainnoivat ympäristöään oppiakseen. Koska oppiminen on hauskaa, sen ajatellaan olevan peliä tai leikkiä. Aikuisten kohdalla näiden termien sijasta puhutaan yleensä oppimisesta. Kuitenkin pelaaminen ja oppiminen voidaan edelleen nähdä samana asiana kaiken ikäisten kohdalla. Nykyään tiedostetaan pelien mahdollisuudet oppimisen edistäjinä. (Villagrá-Arnedo, Gallego-Durán, Molina-Carmona & Llorens-Largo 2016, 82.)

Useat oppimispeleihin liittyvät uudet tutkimukset käsittelevät digitaalisia pelejä. Prenskyn (2007) mukaan tietokone- ja videopelit houkuttelevat pelaajia muun muassa seuraavista syistä. Pelit tarjoavat päämääriä, jotka motivoivat pelaajia, ja usein nämä päämäärät saavutetaan erilaisten tasojen kautta. Monesti pelit sisältävät ongelmanratkaisua ja usein pelaajat saavat reaaliaikaista palautetta pelin aikana. Vuorovaikutus pelin aikana tekee pelaajasta osan sosiaalista ryhmää. Syitä pelien houkuttelevuuteen on monia eivätkä kaikki syyt välttämättä esiinny jokaisessa pelissä. (Prensky 2007, 106–107.)

Myös konkreettiset oppimispelit sisältävät joitakin digitaalisten oppimispelien positiivisista puolista. Usein pelaajalla on tavoitteena voittaa peli, jolloin päämäärää lähestytään pienin välietapein. Peli tarjoaa välittömän palautteen oppilaan osaamisesta. Säännöistä riippuen oikea vastaus voi palkita pelaajaa tai väärä vastaus voi aiheuttaa jonkinlaisen rangaistuksen. Konkreettisessa pelissä vaikeustaso ei voi adaptoitua oppilaan ja tilanteen mukaan reaaliaikaisesti. On kuitenkin mahdollista, että opettaja valmistaa samasta pelistä eritasoisia versioita. Esimerkiksi prosenttilaskennan opetusjaksolla oppilaiden oli mahdollista pelata muistipelistä joko helpompaa tai haastavampaa versiota.

Myös konkreettiset pelit voivat siis sisältää Prenskyn (2007) määrittelemiä osa-alueita pelien houkuttelevuudesta. Digitaalisissa oppimispeleissä mahdollisuudet ovat kuitenkin paljon laajemmat eikä monia digitaalisia pelejä koskevia tutkimuksia voi suoraan hyödyntää käsiteltäessä konkreettisia oppimispelejä. Vaikka oppimispelit mielletään helposti digitaalisiksi peleiksi, voivat myös lauta- ja noppapelit voivat tarjota ainutlaatuisen oppimisympäristön, jossa oleellista on pelitilanteessa rakentuva vuorovaikutus (Krokfors, Kangas & Kopisto 2014, 217).

Opetuspelit eroavat toisistaan myös sen suhteen, miten ne liittyvät opetettavaan sisältöön ja millaisessa kontekstissa niitä käytetään. Peli voi olla itseopiskelun väline tai osa opettajan suunnittelemaan kokonaisuutta. Oleellista on myös se, minkälaista oppimista pelin avulla tavoitellaan. Laajempien tietorakenteiden ja strategisten taitojen saavuttaminen vaativat erilaisia pelikokemuksia kuin yksinkertaisten perusasioiden automatisoituminen. (Lehtinen, Lehtinen & Brezovszky 2014, 39.) Voidaan siis ajatella, että myös ei-digitaalisilla ja idealtaan yksinkertaisimmilla peleillä on paikkansa matematiikan opetuksessa, sillä monen taidon harjoittelu vaatii paljon toistoa. Nousiaisen (2013) tekemän kyselyn mukaan Suomessa opetuspelejä käytetään lähinnä kertaamiseen, oppilaiden motivoimiseen ja opetuksen keventämiseen. Tulokset koskevat digitaalisia oppimispelejä. (Nousiainen 2013, 61.)

Valitsin tietoisesti prosenttilaskennan opetusjaksolle vain konkreettisia lauta- ja korttipelejä, vaikka nämä eivät mahdollistakaan yhtä vaihtelevaa oppimisympäristöä kuin digitaaliset oppimispelit. Tällaiset oppimispelit harjaannuttavat kuitenkin yleisiä oppimisvalmiuksia, kuten tarkkaavaisuutta ja havainnointia, joustavuutta ja mukautuvuutta sekä erilaisia kommunikointimuotoja. On myös havaittu, ettei oppimispelien käyttö ainakaan huononna laskemisen perusvalmiuksia (Pehkonen & Pehkonen 1993; 5, 9.) Kun oppimispelejä käytetään matematiikassa, pyritään matematiikan opetuksen kannalta oleellisiin tavoitteisiin, esimerkiksi lasku- tai ongelmaratkaisutaitojen harjoittamiseen. Kuitenkin aina korostuu myös pelaamisen sosiaalinen ulottuvuus, kun oppilaat pelaavat pareittain tai ryhmissä. (Pehkonen & Pehkonen 1993, 9.) Tämä on myös perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden (2014) mukaan tärkeä ulottuvuus, sillä oppiminen tapahtuu vuorovaikutuksessa toisen kanssa. (OPH 2014, 17). Valitessani prosenttilaskennan jaksolle vain konkreettisia opetuspelejä, pidin tärkeänä juuri sosiaalista ulottuvuutta. Kun oppilaat pelaavat pareittain tai pienissä ryhmissä, syntyy automaattisesti keskustelua pelin matemaattisesta sisällöstä, mikä edistää oppimista.

Matemaattista ajattelua voidaan ilmaista neljän eri kielen avulla: matematiikan symbolikielellä, luonnollisella kielellä, kuviokielellä sekä taktiilisella toiminnan kielellä. Taktiilisella toiminnan kielellä tarkoitetaan matemaattisen ajattelun ilmaisua käsin jonkin toimintamateriaalin avulla. (Joutsenlahti & Rättyä 2014, 51–52.) Kielentämisellä tarkoitetaan näiden neljän kielen käyttöä matemaattisen ajattelun ilmaisussa. Samanaikaisesti voidaan käyttää yhtä tai useampaa kieltä. Useissa tutkimuksissa kielentäminen on osoittautunut toimivaksi opetusmenetelmäksi (Joutsenlahti & Kulju 2015; 60, 65.) Myös perusopetuksen opetussuunnitelma (2014) huomioi kielentämisen merkityksen matematiikan opiskelussa. Esimerkiksi vuosiluokilla 3–6 opetuksen tulisi kehittää oppilaiden taitoja esittää erilaisilla tavoilla ja välineillä matemaattista ajatteluaan ja saamiaan ratkaisuja. (OPH 2014, 234.) Kun oppilas kielentää ajatteluaan muille, myös hänen oman ymmäryksenä taso saattaa syventyä. Tämä on oleellinen osa käsitteen konstruointiprosessia, sillä kielentäessään oppilas joutuu pohtimaan käsitteen keskeisiä piirteitä sekä reflektoimaan ja jäsentämään omaa ajatteluaan. Samalla myös muut oppilaat voivat oppia. (Joutsenlahti 2003, 193.) Konkreettiset oppimispelit synnyttävät vuorovaikutustilanteita, joissa oppilaiden on mahdollista kehittää ajatteluaan kielentämisen avulla.

3.5 Yksilöllinen oppiminen

Suomalaiset peruskoulun oppilaat jakautuvat matematiikan oppimisessa nykyään yhä enemmän kahteen ääripäähän: hyvin menestyviin sekä heikosti menestyviin oppilaisiin (Rautopuro 2013, 118). Oppilasaineksen heterogeenisuus aiheuttaa uusia haasteita opetukselle, sillä samanlainen opetus koko luokalle ei välttämättä tuekaan yksilöiden oppimista parhaalla mahdollisella tavalla. Vuodesta 2010 alkaen lehtori Pekka Peura on kehittänyt Vantaan Martinlaakson lukiossa useita eri opetusmenetelmiä yhdistävää käytännön toimintamallia matematiikan opetukseen. Menetelmä perustuu *mastery learning* -menetelmään, mutta lisänä tähän on tuotu oppilaiden mahdollisuus eritahtiseen etenemiseen aihekokonaisuuksien välillä. Vuonna 2012 toimintamalli nimettiin yksilöllisen oppimisen opetusmalliksi tai yksilöllisen oppimisen menetelmäksi, joka soveltuu myös laajemmin muihinkin oppiaineisiin kuin matematiikkaan. (Eduhakkerit 2016; Peura 2012b, 4.)

Yksilöllisen oppimisen menetelmää voidaan toteuttaa monin tavoin, sillä se ei sulje pois mitään opetus- tai oppimismallia. Oppiminen voi tilanteesta riippuen olla joko yhteisöllistä tai itsenäistä. Kuitenkaan opettaja ei opeta perinteisesti teoriaa koko luokalle, vaan oppilaan oma rooli oppimisessa on keskeistä. Yksilöllisen oppimisen menetelmässä oppiminen etenee aina oppilaan mukaan, jolloin lahjakkaat voivat opiskella laajemmin ja nopeammin, kun taas heikommat voivat keskittyä enemmän perusasioihin. Opettaja voi tukea oppimista opettamalla teoriaa henkilökohtaisesti oppilaalle tai pienemmälle ryhmälle yhtäaikaisesti. (Pernaa & Peura 2012.)

Yksilöllisen oppimisen menetelmä sopii uuden perusopetuksen opetussuunnitelman (2014) asettamiin tavoitteisiin. Opetussuunnitelma korostaa opetuksen eheyttämistä, jolloin tavoitteena on opiskeltavien asioiden välisten suhteiden ja keskinäisten riippuvuuksien ymmärtäminen. Opetuksen lähtökohtana on jonkin ilmiön tai teeman ymmärtäminen, jolloin perinteiset oppiainerajat eivät rajoita tarkastelua. (OPH 2014, 31.) Tämä näkyy yksilöllisen oppimisen menetelmässä opetuksen etenemisenä tieteellisten käsiterakenteiden mukaisesti eikä esimerkiksi kurssien mukaan. Tällöin oppilaan etenemisen ehtona on siis oma osaaminen eikä yleisesti kaikille suunniteltu kurssiaikataulu. (Pernaa & Peura 2012). Opetussuunnitelman mukaan peruskoulun toimintakulttuurin tulee ohjata oppilasta ottamaan vastuuta omasta oppimisestaan ja työskentelystään. Opettajan tulisi ohjata oppilaita suunnittelemaan ja arvioimaan työskentelytapojaan. Yhteisellä tavoitteiden ja arviointiperusteiden pohdinnalla oppilasta motivoidaan kantamaan vastuuta oppimisestaan (OPH 2014, 30–31.) Nämä toimintakulttuurin tavat näkyvät vahvasti yksilöllisen oppimisen menetelmässä.

Menetelmän taustalla on ajatus siitä, että oppiminen nähdään jokaiselle oppijalle erilaisena ja yksilöllisenä prosessina. Myös yksilön prosessi voi vaihdella riippuen muuttuvista sisäisistä ja ulkoisista tekijöistä. Tavoitteena on tasa-arvoinen ja oppilaskeskeinen oppimisympäristö, jossa opettaja nähdään ennemmin henkilökohtaisena ohjaajana kuin tiedon toistajana ja jakajana. Jokainen oppilas saa opiskella sitä aihetta tai käsitettä, joka on sillä hetkellä hänen oppimisensa kannalta merkityksellistä. Luonnollisesti lopullinen tavoitetaso on kaikille sama perusopetuksen opetussuunnitelman mukaisesti. (Peura 2012a.)

Toivola (2015) on määritellyt tarkemmin Peuran kehittämää menetelmää nojautuen kasvatuksellisiin ja oppimispsykologisiin teorioihin. Hänen mukaansa Peuran menetelmän keskeiset osa-alueet ovat yhteisöllinen oppiminen ja oppimisen inhimillisyys. Menetelmän taustalla on sosiokonstruktivistinen oppimiskäsitys. Vaikka kyseessä on yksilöllinen oppiminen, yksilön oppiminen tapahtuu osana yhteisöä. Oppiminen nähdään yhdessä oppimisena, dialogina ja yhteistyönä. Yksilöllisyys taas näkyy jokaisen oppijan erilaisissa oppimisprosesseissa. Yhteisöllisellä oppimisella tarkoitetaan laajasti koko toimintakulttuuria. Siinä luokan heterogeenisuus nähdään mahdollisuutena toisin kuin opettajajohtoisessa opetuksessa se nähdään usein haasteena ja eriyttämisen vaikeutena. Tavoitteena on, että oppilas asettuisi itse opiskelemaan omalle lähikehityksen vyöhykkeelleen. Tällöin eriyttäminen ei ole ainoastaan opettajan vastuulla, jolloin siihen ei tarvita lisäresursseja tai opetusryhmän pienentämistä. On huomattava yhteisöllisen oppimisen ero läheiseen termiin yhteistoiminnallinen oppiminen, joka on ennemmin työtapa tai vuorovaikutustilanne, jolla pyritään yhteiseen tuotokseen. (Toivola 2015, 1–4,7).

Toivolan mukaan pohjimmiltaan menetelmässä on kyse opetuksen inhimillistämisestä ja oppilasta voimauttavan oppimiskulttuurin saavuttamisesta. Tämä vaatii perinteisten valtarakenteiden muutosta sekä opettajuuden uudelleen määrittelyä. Perinteisessä opetuksessa opettaja on aktiivinen, mikä saattaa johtaa oppilaiden passivoitumiseen. Opettajan ja oppilaiden välinen tasavertaisuus korostuu, kun opettaja luopuu valta-asemastaan ja antaa aktiivisen roolin itsensä sijasta oppilaille. Tällöin korostuvat myös oppimisen vapaus ja sosiaalisen vuorovaikutuksen merkitys. Opettajan on kyettävä kyseenalaistamaan omaa toimintaansa. Toivolan mukaan termi yksilöllinen oppiminen ei riitä kuvaamaan Peuran pedagogisen ajattelun kokonaisuutta, vaan hän käyttää termiä ihmislähtöinen oppiminen (*humanity learning*). (Toivola 2015, 2–5).

Jotta oppimista todella tapahtuisi, on oppilaan oltava motivoitunut. Oppimisen kannalta motivaation laatu on tärkeämpää kuin sen määrä. Opettaja voi tukea oppilaan sisäistä motivaatiota vahvistamalla oppilaan itsemääräämisen, osaamisen ja sosiaalisen yhteenkuuluvuuden tunteita. Oppilaan oma vastuu korostuu omatahtisessa oppimisessa (*self-paced learning*), sillä oppilaalla on mahdollisuus aikatauluttaa oppimistaan. Jotta itseohjautuvuuden olisi mahdollista toteutua, on oppilaan oltava tietoinen omasta oppimisprosessistaan. Tällöin oppilaalla on oma kontrolli oppimisestaan. Kannustava palaute, ei-autoritaarinen yhteistyöhenkinen ilmapiiri sekä oppilaan mahdollisuus päättää, milloin hän tarvitsee ohjausta, edistävät oppimisen itseohjautuvuutta sekä sisäisen motivaation kasvua. Myös itseohjattu oppiminen tapahtuu osana yhteisöä ja itseohjautuva oppija voi olla tärkeä oppimisresurssi muille yhteisön jäsenille. (Toivola 2015, 4–6).

Oppimisyhteisön ja vuorovaikutuksen tärkeys korostuvat matematiikan eri osa-alueiden oppimisessa. Matematiikan oppiminen koostuu matematisoinnista eli kommunikoinnista matemaattisten objektien avulla sekä omakohtaistamisesta eli osallistumisena matemaattiseen keskusteluun. Kielentämällä ajatteluaan oppilaat vertaisoppivat toisiltaan ja tekevät ajatteluprosessejaan näkyviksi, jolloin myös niiden kyseenalaistaminen on mahdollista. Jotta tämä onnistuisi, luokassa olisi oltava avoin ja keskusteleva ilmapiiri. Menetelmässään Peura kannustaa oppilaita suhtautumaan virheellisiin ajattelumalleihin positiivisesti, sillä ne ovat osa oppimisprosessia. Lisäksi nämä voivat olla virikkeinä matemaattiselle keskustelulle. (Toivola 2015, 7).

Ajatus yhteisöllisestä oppimisesta ja oppijoiden välisestä dialogista on toisaalta ristiriidassa sen kanssa, että yksilöllisessä oppimisessa oppilaat voivat edetä omatahtisesti. Käytännössä yhdessä oppimista ja oppijoiden välistä yhteistyötä on haasteellista toteuttaa, jos jokainen oppilas on kokonaan eri aihealueessa. Opettajan onkin tarkasti pohdittava, miten painottaa oppimisen yhteisöllistä luonnetta ja oppilaan mahdollisuutta edetä omassa tahdissa. Tämän tutkielman opetuskokonaisuutta ei voidakaan pitää täysin yksilöllisen oppimisen mallin mukaisena, sillä oppilaiden etenemistä säädeltiin jonkin verran. En myöskään käytä termiä ihmislähtöinen oppiminen, sillä koen sen sisällöltään liian laajaksi kuvailemaan lyhyttä prosenttilaskennan jaksoa. Kuitenkin jakso sisälsi monia yksilöllisen oppimisen elementtejä, joten tämän termin käyttöä voidaan pitää perusteltuna. Prosenttilaskennan aihealueen sisällä oppilaat etenivät omassa tahdissaan, mutta kokonaisuuden oppilaat suorittivat yhtäaikaisesti. Koska oppilaiden väliset erot etenemisessä olivat lopulta melko pieniä, oli oppimisen yhteisöllisyyttä helpompi toteuttaa. Myös ryhmässä suoritettavat toiminnalliset tehtävät, kuten erilaiset konkreettiset oppimispelit, edellyttävät edes jonkinasteista yhtäaikaisuutta etenemisessä.

Koska yksilöllisen oppimisen menetelmä on melko uusi malli opetuksessa, siitä on hyvin vähän tieteellisiä julkaisuja. Toivanen (2012) on pro gradussaan analysoinut tarkemmin yksilöllisen oppimisen menetelmää ja havainnut, että se sisältää useita eri konstruktivistisen oppimiskäsityksen mukaisia opetusmenetelmiä. Nämä ovat sulautuva ja käänteinen opetus, pienryhmässä oppiminen ja omatahtinen oppiminen sekä tavoiteoppiminen. (Toivanen 2012, 3.) Seuraavaksi kuvailen lyhyesti tavoiteoppimista sekä käänteistä ja pienryhmässä oppimista.

Bloom on 80-luvulla tutkinut, miten erilaiset opetusmenetelmät vaikuttavat oppilaan oppimiseen. Tutkimuksessa oppilaat oli jaettu kolmeen ryhmään, joissa jokaisessa oli 30 oppilasta.

Ryhmistä oli pyritty tekemään mahdollisimman samanlaisia, joten oppilaiden soveltuvuus aineeseen, aiemmat saavutukset sekä asenteet oli huomioitu. Yksi ryhmistä sai perinteistä opetusta (*conventional*), yksi ryhmistä toteutti tavoiteoppimista (*mastery learning*) sekä yksi ryhmä sai henkilökohtaista opetusta (*tutoring*). Henkilökohtaisen ohjauksen ryhmän oppilailla keskimääräinen oppimistulos oli parempi kuin 98 %:lla perinteisen opetusryhmän oppilaista. Perinteisen opetuksen ryhmästä vain paras viidesosa saavutti saman tason kuin 90 % henkilökohtaisen opetuksen ryhmästä tai 70 % tavoiteoppimisen ryhmästä. Henkilökohtaisen opetuksen ryhmän saavutuksista voidaan siis päätellä, että suurimmalla osalla oppilaista olisi mahdollisuus saavuttaa korkea osaamisen taso ja sen saavuttaminen riippuisi opetuksen tavasta. (Bloom 1984, 4–5.) Bloomin tutkimuksista Peura onkin päätellyt, että perinteisessä kouluopetuksessa hukataan valtava määrä oppilaiden potentiaalia. Kaiken tasoisten oppilaiden olisi mahdollista oppia enemmän, mutta tämä edellyttää opetuskulttuurin muutosta. Koska henkilökohtaisen opetuksen järjestäminen peruskoulussa olisi mahdotonta, realistisena vaihtoehtona on Bloomin kehittämä tavoiteoppiminen. Yksilöllisen oppimisen voidaankin nähdä pohjautuvan Bloomin tavoiteoppimiseen. (Peura 2012b, 1–4.)

Tavoiteoppimisessa oppilaan on osoitettava osaamisensa välitestillä ennen seuraavaan aiheeseen siirtymistä. Opettaja määrittelee vaaditun osaamisen tason, esimerkiksi 70 % tai 80 % kokonaispistemäärästä. Tavoiteoppiminen ei määrittele sitä, millä keinoin oppiminen tapahtuu, vaan oleellista on ennalta määrättyjen tavoitteiden saavuttaminen. Jos oppilas ei läpäise välitestiä, on hänen opiskeltava aihetta vielä lisää ja vastaavanlainen testi suoritetaan myöhemmin uudelleen. (Morgan 2011, 7.) Matematiikka on luonteeltaan kumulatiivista ja sen opetus etenee systemaattisesti (OPH 2014, 128). Tavoiteoppiminen sopii siis hyvin matematiikan opiskeluun, sillä uuden oppiminen perustuu aiempien kokonaisuuksien hallintaan.

Käänteisessä opetuksessa (*flipped classroom, inverted classroom*) on tarkoitus kääntää luokkahuoneen sisäiset ja ulkoiset tapahtumat toisinpäin. Tämä muuttaa perinteisen opettajakeskeisen lähestymistavan opetukseen ja tavoitteena on saada sekä etäopiskelun että yhteistyön hyödyt. Opetus voidaan välittää tuntien ulkopuolella esimerkiksi videoiden avulla. Tällöin oppitunneilla jää enemmän aikaa sosiaaliseen vuorovaikutukseen ja aktiiviseen oppimiseen. Käänteistä opetusta on käytetty esimerkiksi yliopistotasolla tietojenkäsittelytieteen opetuksessa. (Gannod, Burge & Helmick 2008, 777–779; Lage, Platt & Treglia 2000, 32–34.) Käänteisessä opetuksessa myös opetuspeleillä voi olla tärkeä rooli orientoitumisessa uuteen asiaan. Peli voi toimia hyvänä johdantona ja motivaationa luokkahuonetyöskentelyyn. Tämän lisäksi peliä voidaan käyttää aiemmin opitun asian sisäistämiseen. Digitaalisissa oppimispeleissä opettajien ja vanhempien on mahdollista saada informaatiota lapsen edistymisestä pelissä. (Ketamo 2014, 188.) Käänteisessä opetuksessa konkreettisen opetuspelien hyödyntäminen uuteen asiaan tutustuttaessa on haasteellisempaa, sillä usein nämä pelit vaativat sosiaalista vuorovaikutusta oppilaiden välillä eikä pelaaminen yksin kotona ole mielekästä.

Käänteisessä opetuksessa keskitytään ennemmin opetuksen teknisiin seikkoihin eli pääpaino on siinä, missä järjestyksessä asiat toteutetaan. Tällöin oppijan sitoutumisen lisääminen, autonomia ja oppilaskeskeisyys jäävät liian vähälle huomiolle. (Abeysekera & Dawson 2015, 2–3.) Lähellä käänteisen opetuksen (*flipped classroom*) käsitettä on käänteinen oppiminen (*flipped learning*), joka tarkoittaa laajempaa pedagogista muutosta opetuksessa ja oppimisessa (Toivola & Silfverberg 2015, 1–2). Käänteisessä oppimisessa on pohjimmiltaan kyse sitoutumisen luonteen flippaamisesta toisin kuin käänteinen opetus tähtää oppimispolun muutokseen. Käänteisen oppimisen tavoitteena on oppilaslähtöinen sitoutuminen, jolloin oppilas käyttää opettajan tietotaitoa oman motivoitumisensa apuna. (Toivola 2016.)

Usein matematiikka nähdään oppiaineena, jossa oppiminen tapahtuu yksinään erossa muista ihmisistä. Mitä korkeammasta koulutustasosta on kyse, sitä enemmän matematiikan oppiminen perustuu opettajan valta-asemaan tiedonjakajana. Enemmistö oppilaista pitäisi kuitenkin matematiikan oppimisesta pienryhmissä, mutta usein tähän ei ole mahdollisuutta. (Sahlberg & Berry 2003, 26, 30–31.) Myös perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet (2014) tukevat yhteisöllisyyden ajatusta matematiikan oppimisessa, sillä matematiikan opiskelun tulisi kehittää myös viestintä-, vuorovaikutus- ja yhteistyötaitoja. Lisäksi työtapojen tulisi olla vaihtelevia ja oppilaiden tulisi työskennellä sekä ryhmässä että itsenäisesti. (OPH 2014, 234–236.) Laajimmillaan termi *pienryhmässä oppiminen* tarkoittaa oppilaiden työskentelyä samassa paikassa oppimistarkoituksessa. Tarkemman määritelmän mukaan pienryhmässä oppiminen sisältää myös sille ominaiset opetusstrategiat. (Lou ym. 1996, 423–424.) On oleellista erottaa ryhmän yhteistoiminnallinen matematiikan opiskelu siitä, että oppilaat vain istuvat ryhmissä laskien matematiikkaa yhdessä (Sahlberg & Berry 2003, 122–123).

Lou kollegoineen (1996) on tehnyt metatutkimuksen, jossa selvitettiin luokan pienryhmiin jakamisen vaikutuksia. Ihanteellisin koko pienryhmille olisi kolmesta neljään oppilasta, kun taas suuremmat ryhmät eivät ole niin tehokkaita. Tasoltaan heikoimmat oppilaat hyötyvät eniten ryhmästä, jonka oppilailla on vaihteleva taitotaso. Keskitasoisille oppilaille paras ryhmä olisi taitotasoltaan suhteellisen homogeeninen. Tutkimuksen mukaan pienryhmiin jaetut oppilaat oppivat paremmin kuin oppilaat, jotka eivät opiskelleet pienryhmissä. Lisäksi homogeeninen ryhmäjako taitotason suhteen paransi enemmän oppimistuloksia. Pienryhmiin jakaminen oli hyödyllisintä silloin, kun se huomioitiin myös opetusmenetelmissä ja -materiaaleissa. (Lou ym. 1996, 423,451.)

On myös havaittu, että käytetty opetusmateriaali ja opetuksen tavoitteet vaikuttavat siihen, onko pienryhmätyöskentely hyödyllistä. Jos oppilaita vaaditaan perustelemaan päättelyään matemaattisilla käsitteillä, pienryhmässä työskentely hyödyntää oppimista. Jos tavoitteena on mekaanisten asioiden harjoittelu, voi ryhmätyöskentely ennemmin häiritä oppimista. Proseduraalisen tiedon oppimisessa yhteistoiminnallisuudesta on siis vähemmän hyötyä kuin konseptuaalisen tiedon oppimisessa. (Mullins, Rummel & Spada 2011, 421.)

4 TUTKIMUSTEHTÄVÄ JA -KYSYMYKSET

Kandidaatintutkielmani (Leino 2015) ja pro gradu -tutkielmani muodostavat yhdessä kehittämistutkimuksen kokonaisuuden. Tämän kehittämistutkimuksen tarkoituksena on luoda opetuskokonaisuus prosenttilaskennasta kuudennelle luokalle. Kehittämistutkimuksella on siis yksi tutkimustehtävä, joka säilyy läpi kandidaatin- ja pro gradu -tutkielmien. Tutkimustehtävä on seuraava:

- Tutkimustehtävänä on kehittää opetuskokonaisuus, joka tukee mahdollisimman hyvin oppilaan prosenttilaskennan ymmärryksen kehittymistä.

Tutkimustehtävän lisäksi tämän pro gradu -tutkielman tutkimuskysymykset ovat seuraavat:

- Miten oppilaat kokivat opetusjakson?
- Miten opettajat kokivat opetusjakson?

Tässä tutkimuksessa opettajien kokemukset jakautuvat kahteen osioon: omiin kokemuksiini sekä muiden opettajien kokemuksiin. Muina opettajina olivat ohjaavat eli luokkien omat opettajat sekä erityisopettaja, joka osallistui kerran viikossa toisen luokan opetukseen. Tutkimuskysymysten avulla pyrin kehittämään opetusjaksoa paremmin oppilaiden ymmärrystä ja kiinnostusta tukevaksi.

5 TOTEUTUS

5.1 Tutkimuksen toteutus

Keväällä 2015 kehitin kandidaatintutkielmassani (Leino 2015) prosenttilaskennan opetuskokonaisuuden ja pyysin arviota kokonaisuudesta työssä olevilta luokan- ja aineenopettajilta. Yhteensä seitsemän opettajaa vastasi sähköpostitse palautelomakkeeseen. Saadun palautteen perusteella kehitin opetuskokonaisuutta edelleen ja tämä oli kandidaatintutkielmani kehittämistuotos. Keväällä 2016 toteutin opetuskokonaisuuden eräässä tamperelaisessa alakoulussa, jossa pidin samanlaisen kokonaisuuden kahdelle eri 6. luokalle. Tällöin keräsin aineistoa tätä pro gradu -tutkielmaa varten. Toinen luokista oli minulle hieman tutumpi, sillä olin vuotta aiemmin suorittanut samassa luokassa kolmen viikon opetusharjoittelun. Toisessa luokassa seurasin muutaman oppitunnin ennen jakson alkua, joten tämän luokan oppilaat olivat melko vieraita minulle. Päädyin pitämään opetuskokonaisuuden kahdessa luokassa, jotta saisin enemmän aineistoa pro gradu -tutkielmaani varten. Ajattelin aineiston olevan myös monipuolisempaa, sillä luokat saattaisivat reagoida eri tavoin opetusjaksooni. Tässä tutkimuksessa kutsun toista luokkaa A-luokaksi ja toista B-luokaksi. A-luokalla tunneille osallistui 20 oppilasta ja B-luokalla 21 oppilasta. Jakson lopulla koepäivänä osa oppilaista oli pois koulusta, joten kokeen ja palautteen sain hieman pienemmältä määrältä oppilaita. Jouduin myös rajaamaan aineistosta pois kahden oppilaan palautelomakkeen ja yhdeltä oppilaalta sekä palautelomakkeen että kokeen. Syinä tähän olivat erään oppilaan osallistuminen jaksolle erilaisin tavoittein sekä parin oppilaan kohdalla tapahtumat ennen palautelomakkeen täyttöä.

Prosenttilaskennan jakso kesti yhteensä kolme viikkoa. Molemmilla luokilla oli viikossa neljä matematiikan tuntia, mutta toisella luokalla yksi tunneista oli jakotunti. Kolmen viikon aikana oppilaat etenivät materiaalissa kandidaatintutkielmassa luodun suunnitelman mukaisesti ja jakso päättyi perinteiseen summatiiviseen kokeeseen. Huomioitavaa on, että jakso ei sisältänyt kaikkia 6. luokan prosenttilaskennan sisällöistä, joten oppilaat jatkoivat prosenttilaskennan opiskelua omien opettajiensa kanssa pitämäni jakson jälkeen. Opetusjakso ei koostunut kaikista prosenttilaskennan sisällöistä siksi, ettei kokonaisuuden luominen olisi ollut liian työlästä kandidaatintutkielmalle varattuun työmäärään nähden. Vain opetuksen näkökulmasta ajatellen, kokonainen opetusjakso kaikista prosenttilaskennan sisällöistä olisi ollut mielekkäämpi. Pyrin toteuttamaan jakson kandidaatintutkielmassa luodun suunnitelman mukaisesti. Kuitenkin käytännön syistä johtuen jaksossa oli joitain pieniä muutoksia. Nämä muutokset eivät kuitenkaan vaikuttaneet oleellisesti suunnitellun kokonaisuuden luonteeseen.

Opetusjakson aikana keräsin aineistoa kokonaisuuden jatkokehittelyä varten. Aineisto koostui sekä oppilailta että ohjaavilta opettajilta kerätystä aineistosta. Lisäksi pidin omista havainnoistani päiväkirjaa jakson ajan. Jakson päätyttyä oppilaat tekivät summatiivisen kokeen sekä täyttivät palautelomakkeen. Palautelomake sisälsi sekä Likert-asteikollisia että avoimia kysymyksiä opetusjaksosta. Tarkoituksena oli selvittää mahdollisimman tarkasti, millaisena oppilaat kokivat opetusjakson.

Jakson aikana molempien luokkien omat opettajat seurasivat oppitunteja. Lisäksi toisesta luokasta muutama oppilas kävi kerran viikossa erityisopettajan pitämällä tunnilla, jossa he etenivät materiaalin mukaan. Jos aikaa oli, keskustelin ohjaavien opettajien kanssa tuntien jälkeen opetusjaksosta. Lisäksi jakson jälkeen oli palautekeskustelut sekä ohjaavien opettajien että erityisopettajan kanssa. Keskustelut eivät olleet varsinaisia haastatteluja, vaan muistuttivat enemmänkin tavallisia ohjauskeskusteluja opettajan ja opiskelijan välillä. Nauhoitin kaikki keskustelut myöhempään litterointia varten. Tämän pro gradu -tutkielman aineistona ovat siis oppilaiden summatiiviset kokeet ja palautelomakkeet, ohjaavien opettajien ja erityisopettajan kanssa käydyt keskustelut sekä omat havaintoni opetusjaksosta päiväkirjan muodossa.

5.2 Opetuskokonaisuuden eteneminen ja yhteydet teoriaan

5.2.1 Opetus

Prosenttilaskennan opetusjakson keskeisiä pedagogisia teemoja ovat yksilöllinen oppiminen ja toiminnallinen matematiikka. Ensimmäisellä tunnilla orientoiduimme prosenttilaskennan aloitukseen ja kävimme läpi tulevan jakson toimintaperiaatteita. Oppilaat pohtivat pareittain, missä arkielämän tilanteissa he kohtaavat prosentteja. Ajatuksia käytiin läpi yhdessä valokuvien avulla. Kuvilla pyrin tuomaan konkreettisesti esille arkielämän yhteydet matematiikkaan. Näissä kuvissa prosentteja esiintyi muun muassa ruokapakkauksen kyljessä, jääkiekkotuloksissa torjuntaprosentteina, vaatteiden materiaalimerkinnöissä ja liikennemerkeissä. Ensimmäisen oppitunnin yhteisen aloituksen jälkeen oppilaat etenivät omatahtisesti materiaalin avulla.

Jakson aikana oppilaat etenivät liitteenä (liite 3) olevan materiaalin mukaisesti. Materiaaliin on merkitty tähdellä helpoimmat tehtävät, jotka kaikkien piti tehdä. Jakso ei sisältänyt yhteistä opettajajohtoista opetusta, vaan oppilaat katsoivat omatoimisesti kaksi aiheisiin liittyvää opetusvideota. Toinen videoista käsitteli prosentin käsitettä ja murtoluvun, desimaaliluvun ja prosentin yhteyttä. Toinen video sisälsi kaksi esimerkkiä prosenttiluvun laskemisesta. Videot ovat YouTubessa ja linkit näihin löytyvät opetusmateriaalista (liite 3). Ensimmäisen opetusvideon katselu oli kotitehtävänä, joten kokonaisuudessa on viitteitä käänteisestä opetuksesta. Toiselle oppitunnille tultaessa oppilaat olivat perehtyneet prosentin käsitteeseen, joten koko oppitunnin aika pystyttiin käyttämään sen harjoitteluun ja soveltamiseen. Muut jakson aikaiset kotitehtävät olivat oppilaiden omasta matematiikan kirjasta. Annoin kotitehtäviä hyvin vähän ja ne olivat aiheista, joita kaikki oppilaat olivat jo harjoitelleet tunnilla. Vastapainoksi omatahtiselle oppimiselle kotitehtävät tarkistettiin opettajajohtoisesti tuntien aluksi. Tällöin oli mahdollista varmistaa esimerkiksi merkintätapojen oikeellisuus koko luokan kanssa yhtäaikaisesti.

Opetusjakson selkein yksilöllisen oppimisen tunnuspiirre oli omatahtinen eteneminen. Käytännön syistä johtuen jakso ei kuitenkaan ollut niin omatahtinen kuin olisi ollut mahdollista ideatasolla. Koska opetuskokonaisuus sisältää vain osan kuudennen luokan prosenttilaskennan sisällöistä, piti oppilaiden olla jakson loputtua samassa kohdassa, jotta luokkien opettajat pystyivät jatkamaan prosenttilaskennan opetusta oppikirjasta. Olin tehnyt itselleni karkean suunnitelman jakson etenemisestä ja pyrin hienovaraisesti ohjailemaan oppilaiden etenemistä tarpeen vaatiessa. Todennäköisesti oppilaan näkökulmasta jakso näyttäytyi todellisuutta omatahtisempana, sillä he eivät tienneet laaditusta aikataulusta.

Jaksossa on viitteitä myös oppimisesta pienryhmässä, mikä on yksi yksilöllisen oppimisen osa-alue. Jakson aikana oppilaat saivat vapaasti valita oman oppimisensa kannalta parhaan työskentelymuodon. Suuri osa oppilaista teki tehtäviä yhdessä ja usein tämä johti myös auttamistilanteisiin oppilaiden välillä. Muiden kanssa työskentely oli kuitenkin pakollista vain pelatessa erilaisia oppimispelejä.

5.2.2 Tehtävät

Opetuskokonaisuuden tehtävät jakautuvat kahteen osaan. Ensimmäinen osa käsittelee prosentin käsitettä sekä murtoluvun, desimaaliluvun ja prosentin välistä yhteyttä. Toisen osan tehtävät liittyvät prosenttiluvun käsitteeseen sekä sen soveltamiseen. Ennen toiseen osaan siirtymistä, oppilaan on suoritettava välitesti ja saatava tästä riittävä määrä pisteitä.

Toiminnallinen matematiikka näkyy jaksossa erilaisina oppimispeleinä sekä tehtävinä, joissa tarvitaan jotakin toimintavälinettä. Oppimispelejä ovat esimerkiksi domino prosentin, murtoluvun ja desimaaliluvun yhteyksistä (tehtävä 7), muistipeli murtoluvuista ja prosenteista (tehtävä 9) ja kertaava lautapeli kaikista jakson asioista (tehtävä 31). Tehtävissä 17 ja 18 käytetään värisauvoja prosenttiluvun havainnollistamiseen. Samaa aihetta havainnollistetaan myös murtokakuilla tehtävissä 19–21, jotka ovat ylöspäin eriyttäviä. Näissä tehtävissä yksi kokonainen murtokakkuympyrä ei aina kuvaa lukua yksi. Esimerkiksi tehtävässä 21 murtokakkupala $\frac{1}{3}$ kuvaa yhtä kokonaista eli sataa prosenttia. Tämä vaatii oppilaalta jo syvällisempää käsitteen ymmärrystä.

Tehtävät, joissa oppilas käyttää jotakin toimintavälinettä, pyrkivät vahvistamaan käsitteellistä ymmärrystä. Tämä tarkoittaa matemaattisten käsitteiden sekä niiden välisten suhteiden ymmärrystä. Konseptuaalinen ymmärtäminen on enemmän kuin irrallisten tietojen ulkoa opettelua tai hetkellistä osaamista. Käsitteiden ja menetelmien todellinen ymmärtäminen edesauttaa tiedon hallitsemista myös myöhemmin. (Kilparick ym. 2001, 118.) Jotta oppimispelien pelaaminen onnistuisi parin tai ryhmän kanssa, on oppilaalla oltava jonkintasoinen ymmärrys käsitteestä. Oppimispelit tukevat siis käsitteellisen ymmärtämisen lisäksi proseduraalista sujuvuutta. Tällä tarkoitetaan ymmärrystä proseduureista ja siitä, miten ja milloin niitä käytetään tarkoituksenmukaisesti (Kilpatrick ym. 2001, 121). Oppimispelit yhdistävät aiemmin opitun tiedon sen sujuvaan käyttämiseen. Myös tehtävien järjestys tehtäväpaketissa tukee tätä näkökulmaa. Uutta asiaa harjoitellaan ensin toiminnallisten tehtävien avulla ja vasta tämän jälkeen on aiheeseen liittyviä pelejä ryhmän tai parin kanssa. Oppimispelit liittyvät myös Zimmermannin kahdeksaan aktiviteettiin, joista yksi on pelaaminen.

Tehtäväkokonaisuus sisältää myös tehtäviä, jotka ovat luonteeltaan samankaltaisia kuin perinteiset oppikirjatehtävät. Näitä ovat esimerkiksi tehtävä 10, jossa muunnetaan murtolukuja prosenteiksi ja tehtävä 11, jossa kuviosta tulee värittää 25 %. Tehtävä 30 sisältää sanallisia tehtäviä prosenttiluvusta. Nämä tehtävät harjoittavat käsiteellisen ymmärryksen lisäksi proseduraalista sujuvuutta, sillä oppilaan tulee tietää, millä tavoin käsitteitä voi käyttää ja soveltaa laskutehtävissä.

Käsitteellinen ymmärtäminen ja proseduraalinen sujuvuus liittyvät kiinteästi toisiinsa. Jotta oppilas voi käyttää proseduureja sujuvasti, on hänellä oltava käsitteellistä ymmärrystä. Toisaalta proseduraalisen sujuvuuden harjoittaminen esimerkiksi laskutehtävien avulla syventää myös käsitteellistä ymmärrystä. Voidaankin sanoa, että käsitteellisen ymmärryksen hyödyntäminen käytännössä edellyttää ja harjoittaa proseduraalista sujuvuutta. Opetusvideoiden katselu onkin ainoa jakson vaihe, joka tukee ainoastaan käsitteellistä ymmärrystä.

Erilaisia tehtäviä tehdessä ja pelejä pelatessa mukaan tulee automaattisesti myös muita matemaattisen osaamisen alueita. Joissakin materiaalin haastavimmissa sanallisissa tehtävissä tai ongelmaratkaisutaitoa vaativissa tehtävissä (esimerkiksi tehtävä 29) tarvitaan myös strategista kompetenssia ja mukautuvaa päättelyä. Strateginen kompetenssi tarkoittaa kykyä matemaattisten ongelmien muodostukseen, niiden esittämiseen ja ratkaisuun. Mukautuva päättely tarkoittaa taitoa ajatella loogisesti käsitteiden ja tilanteiden välisistä suhteista. Lisäksi siihen kuuluu taito pohtia erilaisia vaihtoehtoja ja perustella omia päätelmiä. Mukautuva päättely siis ohjaa oppimista ja on kuin liima, joka pitää kaiken yhdessä. (Kilpatrick ym. 2001, 124, 129.)

Yritteliäisyys matemaattisen osaamisen osa-alueena tarkoittaa muun muassa taipumusta nähdä matematiikka sekä tarpeellisena että hyödyllisenä. Yritteliäisyys liittyy kiinteästi neljään muuhun matemaattisen osaamisen osa-alueeseen. Kun oppilas kokee matematiikan merkityksellisenä, vaikuttaa se positiivisesti myös muihin osa-alueisiin. Toisaalta positiiviset kokemukset muilla osa-alueilla kasvattavat yritteliäisyyttä. (Kilpatrick ym. 2001, 131.) Prosenttilaskennan opetuskokonaisuudessa yritteliäisyyttä on pyritty tukemaan tuomalla prosenttilaskenta mahdollisimman lähelle arkielämää ja lapsen maailmaa. Virittäytyminen jaksoon tapahtui valokuvilla, jotka esittelivät prosentteja kaikille tutuissa, erilaisissa tilanteissa. Tarkoituksena oli havainnollistaa prosenttien tarpeellisuutta ja tuoda esille tilanteita, joissa jokainen varmasti kohtaa prosentteja. Lisäksi sanallisten tehtävien tarinat liittyvät koululaisen elämään, jolloin ne todennäköisesti tuntuvat oppilaasta merkityksellisimmiltä.

6 TULOKSET

Seuraavaksi kuvailen aineiston analysointia ja erittelen tarkemmin tutkimuksen tuloksia. Tulokset on jaoteltu oppilaiden täyttämistä palautelomakkeista saatuihin tuloksiin, loppukokeesta saatuihin tuloksiin sekä ohjaavien opettajien kokemuksiin. Lisäksi olen peilannut saatuja tuloksia omiin kokemuksiini opetusjaksolta.

6.1 Aineiston analysointi

Tutkimuksen aineisto koostuu oppilaiden palautelomakkeista ja kokeista sekä opettajien kanssa käydyistä palautekeskusteluista ja omista havainnoistani päiväkirjan muodossa. Analysoin aineistoa sekä kvantitatiivisin että kvalitatiivisin keinoin. Seuraavaksi erittelen tarkemmin, miten analysoin aineistoa.

Palautelomake (liite 1) koostuu Likert-asteikollisista väitteistä sekä avoimista kysymyksistä. Likert-asteikollisia väitteitä analysoin kvantitatiivisen erittelyn ja kuvailun keinoin, sillä otoskoko on liian pieni laajempien kvantitatiivisten analyysikeinojen käyttöön. Likert-asteikollisista kysymyksistä laskin frekvenssit kunkin vastausvaihtoehdon (1-5) suhteen, minkä jälkeen muodostin jokaisen väitteen vastauksista jakaumat. Koska omien havaintojeni mukaan opetusjakson toteutumisessa oli eroja luokkien välillä, tarkastelen luokkia sekä yhdessä että erikseen. Tutkimuskysymykset eivät kuitenkaan pyri löytämään syitä siihen, miksi oppilaat eri luokilla kokivat opetusjakson niin eri tavoin eikä pääsääntöisesti tarkoituksena ole tarkastella luokkien välisiä eroja. Kuitenkin erot olivat joissakin kohdissa niin huomattavat, että mielestäni on tärkeä kiinnittää niihin huomiota. Erojen mahdollisia syitä voi pohtia, vaikka aineisto ei antaisikaan suoraa vastausta niihin.

Palautelomakkeen avoimia kysymyksiä analysoin luokittelun ja osittain teemoittelun avulla. Luokittelin oppilaiden vastauksia ja pyrin löytämään näille luokille kokoavan teeman. Lisäksi tutkin, kuinka useasti jokin tietty tehtävä mainittiin oppilaiden vastauksissa. Lukumäärien suora vertailu luokkien tai eri kysymysten välillä ei ole mielekästä, sillä kysymysten vastaajamäärät vaihtelivat. Luokkien kokoerojen lisäksi oppilaat eivät aina olleet vastanneet jokaiseen avoimeen kysymykseen. Lisäksi yksi oppilas saattoi mainita vastauksessaan useamman eri tehtävän tai perustelun. Kuitenkin lukumääriä tutkimalla jotkin tehtävät ja perustelut nousivat enemmän esiin kuin toiset. Jokaisen kysymyksen kohdalla oli joitakin vastauksia, mitkä eivät sopineet mihinkään vastausluokkaan. Kokonaisuuden kannalta nämä kommentit eivät ole oleellisia, sillä pyrin löytämään vastausluokkia, jotka muodostuvat useamman oppilaan mielipiteistä. Huomioin yksittäiset kommentit vain, jos ne olivat merkittäviä opetuskokonaisuuden kehittämisen kannalta.

Loppukoetta analysoidessa laskin saatujen kokonaispisteiden keskiarvon sekä tehtäväkohtaisten pisteiden keskiarvon. Keskiarvojen lisäksi laskin myös keskihajonnat. Koska eri tehtävistä oli mahdollista saada eri määrä pisteitä, laskin tehtäväkohtaisten pisteiden keskiarvon osuuden kunkin tehtävän kokonaispistemäärästä. Tämä mahdollistaa suoritusten vertailun eri tehtävien välillä. Pistemäärien lisäksi analysoin oppilaiden tekemiä virheitä laadullisesti. Tutkin, minkä tyyppisiä virheitä oppilaat olivat tehneet ja muodostin näistä luokkia. Lisäksi laskin kunkin virhetyypin frekvenssit.

Litteroin opettajien kanssa käydyt palautekeskustelut ja pyrin löytämään keskusteluista vastauksia kahteen kysymykseen: Mitä hyvää ja mitä kehitettävää oli opetusjaksossa? Lisäksi peilasin opettajien nostamia näkökulmia omiin oppituntihavaintoihini ja kokemuksiini prosenttilaskennan jaksosta. Opettajien palaute jakautuu kahteen osioon: yleisesti jakson toteutukseen liittyviin kommentteihin sekä tarkemmin itse opetusmateriaaliin liittyviin kommentteihin.

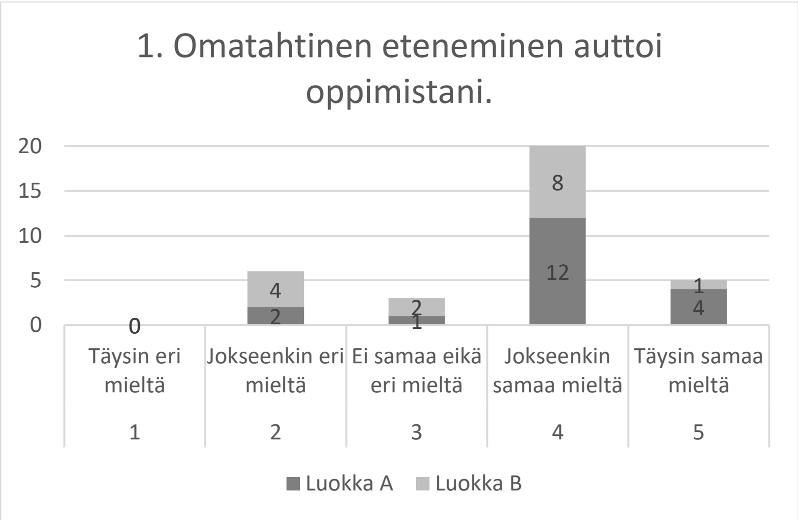
6.2 Palautelomake

6.2.1 Likert-asteikolliset kysymykset teemoittain

Seuraavaksi erittelen palautelomakkeen Likert-asteikollisten kysymysten vastauksia, jotka olen jaotellut kysymysten eri teemojen mukaan. Nämä teemat ovat omatahtinen eteneminen, toiminnallisuus, avun saaminen ongelmatilanteissa, oppimispelit, työtavat sekä oppilaan oma toiminta ja käsitykset. Yhteensä huomioin 34 oppilaan palautelomakkeen vastaukset. A-luokalla oli 19 vastaajaa ja B-luokalla oli 15 vastaajaa. Yksittäisten väitteiden ja kysymysten kohdalla vastaajamäärät hieman vaihtelivat sen mukaan, vastasivatko oppilaat kaikkiin kysymyksiin.

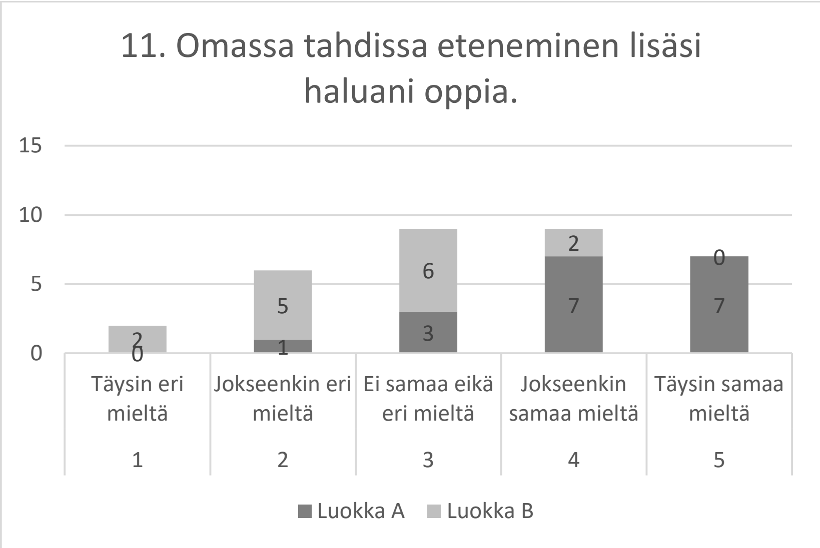
Omatahtinen eteneminen

Seuraavaksi erittelen oppilaiden näkemyksiä omatahtisesta etenemisestä. Kaikista 34 oppilaasta yhteensä 25 eli 74 % oli jokseenkin samaa mieltä tai täysin samaa mieltä siitä, että omatahtinen eteneminen auttoi oppimista (kuvio 2). Vajaa viidennes kaikista oppilaista oli jokseenkin eri mieltä omatahtisen etenemisen hyödystä. Voidaankin sanoa, että oppilaat kokivat omatahtisen etenemisen ennemmin positiivisena kuin negatiivisena oppimisen kannalta. Huomattavaa myös on, että kukaan oppilaista ei ollut täysin eri mieltä väitteen kanssa. Lisäksi vain kolme vastaajaa ei ollut samaa eikä eri mieltä. Luokkien välillä vastauksissa oli jonkin verran eroja. A-luokka (19 oppilasta) suhtautui positiivisemmin omatahtiseen etenemiseen, sillä 84 % tämän luokan oppilaista vastasi myönteisesti ja vain 11 % vastasi kielteisesti. Myös B-luokalla (15 oppilasta) suurin osa kannatti omatahtista etenemistä, mutta myönteisesti suhtautui selkeästi pienempi joukko kuin A-luokalla, 60 % oppilaista. Eri mieltä omatahtisen etenemisen hyödyistä oli vajaa kolmannes B-luokan oppilaista.



KUVIO 2. Vastausjakauma, kuinka paljon omatahtinen eteneminen edisti oppimista (n = 34).

Kokonaisuudessaan omatahtisen etenemisen koettiin ennemmin lisäävän kuin vähentävän halua oppia (kuvio 3). Kaikista oppilaista vajaa puolet koki, että omassa tahdissa eteneminen lisäsi oppimishaluja, kun taas vajaa neljännes oli asiasta eri mieltä. Merkittävää on, että reilu neljännes oppilaista ei ollut samaa eikä eri mieltä väitteen kanssa. Selvästi suurin osa oppilaista oli siis sitä mieltä, että omatahtinen eteneminen ei ainakaan vähentänyt halua oppia. Etenemistavan kannatuksessa on selkeitä eroja luokkien välillä. A-luokasta 78 % oppilaista koki oppimishalujen lisääntyvän, kun taas B-luokasta samaa mieltä oli vain 13 % eli kaksi oppilasta. A-luokasta vain yksi oppilas suhtautui kielteisesti väitteeseen, kun taas B-luokalla tätä mieltä oli lähemmäs puolet oppilaista. Toisaalta selkeästi suurempi osa B-luokan oppilaista (40 %) ei kokenut etenemistavan vaikuttavan oppimishaluisin. A-luokalla tätä mieltä oli 17 % oppilaista.



KUVIO 3. Vastausjakauma, kuinka paljon omatahtinen eteneminen lisäsi halua oppia (n = 33).

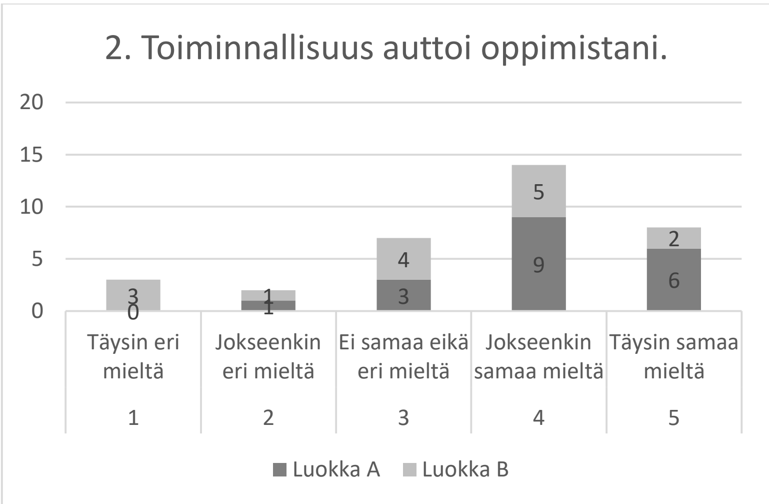
Toiminnallisuus

Seuraavaksi erittelen oppilaiden näkemyksiä toiminnallisesta matematiikasta. Ennen palautelomakkeen täyttämistä selvensin oppilaille, että tässä opetuskokonaisuudessa toiminnalliset tehtävät tarkoittivat niitä jakson tehtäviä, joissa käytettiin apuna jotakin toimintavälinettä. Vaikka oppimispelitkin ovat osa toiminnallisuutta, en maininnut tätä oppilaille, sillä lomake sisälsi erilliset kysymykset oppimispeleistä.

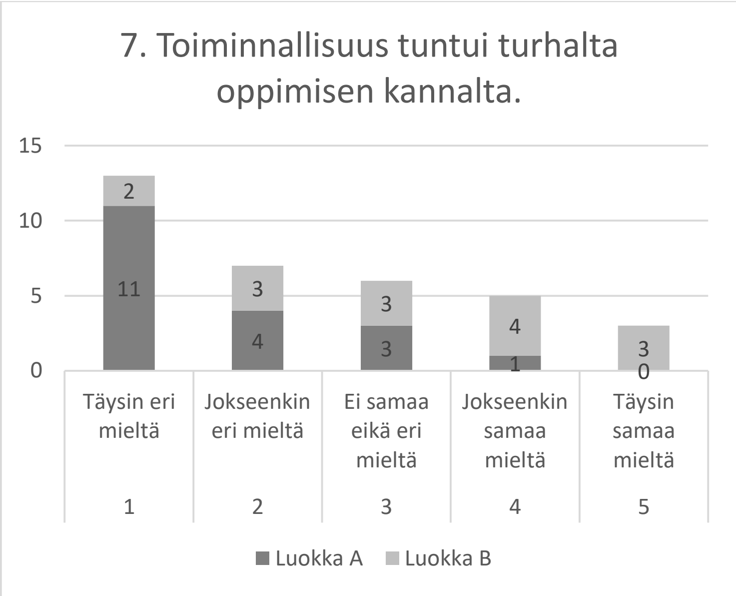
Kaikista 34 oppilaasta 22 (65 %) oli sitä mieltä, että toiminnallisuus auttoi oppimista, kun taas 15 % eli 5 oppilasta ei kokenut toiminnallisuutta hyödylliseksi. Hieman yli viidenneksellä oppilaista ei myöskään ollut selkää mielipidettä asiaan. Kokonaisuudessaan siis jonkin verran yli puolet oppilaista kannatti toiminnallisuutta. Toiminnallisuuden hyödyt jakoivat mielipiteitä luokkien välillä enemmän kuin omatahtisen etenemisen hyödyt. A-luokalta yhteensä 79 % eli 15 oppilasta koki positiivisena väitteen ”*Toiminnallisuus auttoi oppimistani.”* ja vain yksi oppilas oli jokseenkin eri mieltä. B-luokalta vain 46 % eli 7 oppilasta koki toiminnallisuuden edistävän oppimista.

Huomattavaa on, että A-luokalta kukaan oppilaista ei ollut täysin eri mieltä väitteen kanssa, kun taas B-luokalta näin ajatteli 20 % eli 3 oppilasta.

Luokkien vastausten välillä on selkeä ero, kun verrataan kyselylomakkeen väitteitä ”*Toiminnallisuus auttoi oppimistani.*” ja ”*Toiminnallisuus tuntui turhalta oppimisen kannalta.*”. Jälkimmäisessä väitteessä kaikkien oppilaiden muodostama jakauma on painottunut vasemmalle, sillä suurin osa A-luokkalaisista oli eri mieltä väitteen kanssa. A-luokan vastaukset ovat yhteneviä positiivisesti ja negatiivisesti muotoiltujen väitteiden välillä, joten tuloksia voidaan pitää luotettavina. A-luokan oppilaista yksi oli jokseenkin eri mieltä siitä, että toiminnallisuus auttoi oppimista. Vastaavasti yksi oppilas oli jokseenkin samaa mieltä siitä, että toiminnallisuus tuntui turhalta oppimisen kannalta. Molemmissa väitteissä kolme oppilasta ei ollut samaa eikä eri mieltä. A-luokkalaisista 79 % eli 15 oppilasta oli samaa mieltä siitä, että toiminnallisuus auttoi oppimista. Vastaavasti sama määrä oppilaita oli eri mieltä siitä, että toiminnallisuus tuntui turhalta oppimisen kannalta. Vastauksissa oli pieni ero siinä, olivatko oppilaat täysin samaa tai täysin eri mieltä. A-luokkalaisista 6 oppilasta oli täysin samaa mieltä siitä, että toiminnallisuus auttoi oppimista, kun taas 11 oli täysin eri mieltä toiminnallisuuden kokemisesta turhana.



KUVIO 4. Vastausjakauma toiminnallisuuden vaikutuksesta oppimiseen (n = 34).



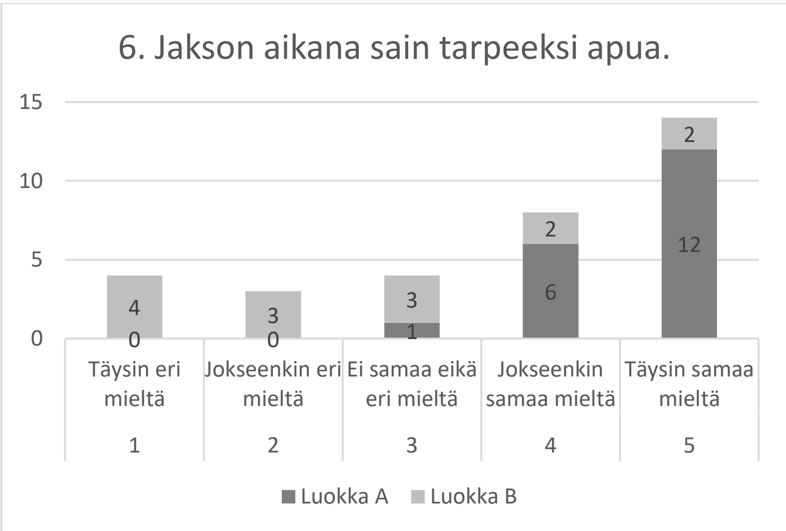
KUVIO 5. Vastausjakauma toiminnallisuuden turhana kokemisesta (n = 34).

Vastausten erot ovat selkeät, kun verrataan positiivisesti muotoiltua väitettä ”*Toiminnallisuus auttoi oppimistani.*” negatiivisesti muotoiltuun väitteeseen ”*Toiminnallisuus tuntui turhalta oppimisen kannalta.*” B-luokan oppilaiden suhtautuminen toiminnallisuuteen oli kielteisempää negatiivisesti muotoillun väitteen kuin positiivisesta muotoillun väitteen kohdalla. Positiivisesti muotoillussa väitteessä 27 % B-luokkalaisista koki, ettei toiminnallisuus auttanut oppimista, kun taas negatiivisesti muotoillussa väitteessä 47 % koki toiminnallisuuden turhaksi oppimisen kannalta. Vaikka 46 % B-luokan oppilaista vastasi toiminnallisuuden auttavan oppimista, vain 33 % oli sitä mieltä, ettei toiminnallisuus ole turhaa oppimisen kannalta. B-luokan oppilaiden vastaukset eri väitteiden kesken eivät siis ole yhtä yhteneviä kuin A-luokkalaisten vastaukset. Kummassakin väitteessä B-luokkalaisten vastaukset ovat jakautuneet tasaisemmin kaikkien vastausvaihtoehtojen välille kuin A-luokkalaisten vastaukset. B-luokan oppilailla ei välttämättä ole ollut niin selkeää mielipidettä toiminnallisuudesta, jolloin myös vastaukset ovat hieman epäjohdonmukaisempia eri tavoin muotoiltujen väitteiden kesken. Todennäköisesti luokkien aiemmissa toimintakulttuureissa on ollut eroja, mikä selittäisi erilaista suhtautumista toiminnalliseen matematiikkaan. On mahdollista, että toiminnallinen matematiikka on ollut vieraampaa B-luokkalaisille, mikä voisi selittää negatiivisemmat ja epäjohdonmukaiset vastaukset. Kuten teoriaosassa todettiin, toimintavälineiden tulisi olla tuttuja oppilaille. On mahdollista, että toiminnallinen matematiikka oli A-luokkalaisille tutumpaa, jolloin se tuntui myös hyödyllisemmältä. Toisaalta vastaajamäärä on melko pieni, jolloin henkilökohtaiset oppimismieltymykset vaikuttavat kokonaisuuteen. Kuitenkin kun tarkastellaan kaikki oppilaita ja kaikkia toiminnallisuutta käsitteleviä väitteitä, ovat oppilaat kokeneet toiminnallisuuden ennemmin positiivisena kuin negatiivisena.

Kaikista oppilaista 42 % koki, että toiminnallisuus lisää halua oppia, kun taas 27 % oli eri mieltä. Lähemmäs kolmannes kaikista oppilaista ei kuitenkaan ilmaissut selkeää mielipidettä toiminnallisuuden vaikutuksesta oppimishaluihin. A-luokka koki toiminnallisuuden vaikuttavan positiivisemmin halukkuuteen oppia kuin B-luokka. A-luokan oppilaista 58 % suhtautui väitteeseen positiivisesti, kun taas B-luokan oppilaista tätä mieltä oli vain 21 %. A-luokalta 16 % oppilaista koki väitteen kielteisesti, kun taas B-luokalta tätä mieltä oli jopa 43 %. Vaikka A-luokka suhtautui kokonaisuudessaan positiivisemmin toiminnallisuuteen, tämän luokan oppilaat kokivat omatahtisen etenemisen lisäävän enemmän oppimishaluja. A-luokasta 78 % koki omatahtisen etenemistavan vaikuttavan positiivisesti oppimishaluihin, kun taas 58 % koki samaa toiminnallisuudesta. B-luokkalaiset kokivat toiminnallisuuden vaikuttavan positiivisemmin oppimishaluihin kuin omatahtisen etenemisen. Viidennes B-luokan oppilaista koki toiminnallisuuden lisäävän halukkuutta oppia, kun taas vastaavasti omatahtisesta etenemisestä ajatteli vain 13 % B-luokkalaisista. Kuitenkin likimain yhtä suuri osa B-luokan oppilaista, noin 40 %, ei kokenut toiminnallisuuden eikä omatahtisen etenemisen vaikuttavan positiivisesti oppimishaluihin. Oppilaat ovat vastanneet hyvin samansuuntaisesti siihen, miten toiminnallisuus vaikuttaa omiin oppimishaluihin ja miten se vaikuttaa mielenkiintoon matematiikkaa kohtaan. Kaikista oppilaista noin kaksi viidesosaa vastasi väitteisiin myönteisesti ja vajaa kolmannes vastasi kielteisesti. Oppilaat ovat vastanneet hyvin samansuuntaisesti väitteeseen ”*Toiminnallisuus lisäsi mielenkiintoani matematiikkaa kohtaan*.” kuin oppimishaluja koskevaan väitteeseen. Myös luokkien väliset erot ovat samankaltaisia molemmissa väitteissä. Oppimishaluja ja mielenkiintoa käsittelevillä väitteillä on positiivinen yhteys siihen, miten toiminnallisuuden koettiin auttavan oppimista. Enemmistö A-luokkalaisista (79 %) koki toiminnallisuuden auttavan oppimista. Heistä jonkin verran yli puolet (58 %) koki toiminnallisuuden lisäävän mielenkiintoa sekä oppimishaluja. B-luokasta selkeästi pienempi osa kannatti näitä väitteitä. B-luokalta vajaa puolet koki toiminnallisuuden edistävän oppimista ja hieman yli viidennes koki sen lisäävän oppimishaluja. Kuitenkin vain 14 % B-luokkalaisista koki toiminnallisuuden lisäävän mielenkiintoa matematiikkaa kohtaan.

Apu ongelmatilanteissa

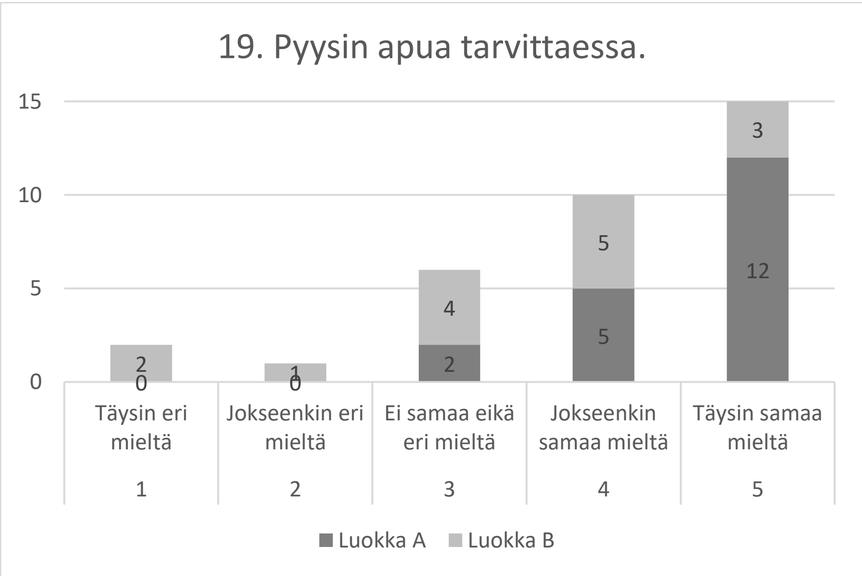
Seuraavaksi erittelen oppilaiden kokemuksia avun saamisesta oppitunnilla. Kokonaisuudessaan noin kaksi kolmasosaa (67 %) kaikista väitteeseen vastanneesta 33 oppilaasta koki saavansa tarpeeksi apua jakson aikana. On kuitenkin merkittävää, että noin viidennes vastaajista ei kokenut saatua apua riittäväksi. Yhteensä 12 % oppilaista ei ilmaissut selkeää mielipidettä väitteeseen. Vaikka huomattavasti suurempi osa oppilaista koki saavansa tarpeeksi apua, on viidesosa tyytymättömiä oppilaita paljon, kun puhutaan avun saamisesta oppitunnilla. Oppimisen kannalta olisi tärkeää, että oppilasta autettaisiin tarpeeksi nopeasti, jolloin aikaa ei kuluisi turhaan odotteluun. Luokkien välillä oli selkeitä eroja siinä, miten tarjotun avun koettiin riittävän. A-luokkalaiset olivat lähes yksimielisiä siitä, että apua oli tarjolla riittävästi. Vain yhdellä oppilaalla ei ollut selkeää mielipidettä asiaan. B-luokan vastaukset jakautuivat melko tasaisesti kaikkien vastausvaihtoehtojen kesken kuitenkin niin, että apu koettiin ennemmin riittämättömäksi. Puolet B-luokan oppilaista oli sitä mieltä, ettei saanut tarpeeksi apua ja vajaa kolmannes koki saadun avun riittäväksi.



KUVIO 6. Vastausjakauma, kuinka paljon oppilaat kokivat saavansa apua jakson aikana (n = 33).

Omat havaintoni oppitunneilta tukevat oppilaiden vastauksia. B-luokalla omaa aikaani kului paljon yleisen työrauhan säilyttämiseen ja tiettyjen oppilaiden rauhoitteluun. Koin useasti, etten ehtinyt kiinnittämään tarpeeksi huomiota niihin oppilaisiin, jotka käyttäytyivät hyvin ja olisivat mahdollisesti tarvinneet apua tehtävissä. Vaikka koin samansuuntaisia tuntemuksia omasta riittämättömyydestä avun antamisen suhteen myös A-luokalla, ei aikaa kulunut yleisen työrauhan ylläpitämiseen. Lisäksi erityisesti A-luokalla kiinnitin huomiota oppilaiden tapaan auttaa toinen toisiaan. Usein he kysyivät apua kaverilta ennen kuin kääntyivät minun puoleeni. Oleellista ei välttämättä olekaan se, keneltä apu tulee, vaan että sitä ylipäätään saa. Monesti oppilaat olivat myös sitä mieltä, että toinen oppilas osasi selittää asian erityisen hyvin. Toki oppilaiden välistä yhteistyötä tapahtui varmasti myös B-luokalla, mutta A-luokalla sitä tapahtui niin paljon, että kiinnitin siihen useasti erityistä huomiota. Myös oppilaiden vastausten perusteella voi päätellä, että todennäköisesti A-luokan oppilaat auttoivat enemmän toinen toisiaan. Koska opettajan tarjoama apu on aina rajallista, on hyvä pohtia keinoja, miten oppilaita voisi rohkaista toistensa auttamiseen. Oppilaiden kokemukset hyvästä vertaistuesta nostavat esille myös kielentämisen merkityksellisyyden ja sen painottamisen tärkeyden. Oppilaiden auttaessa toinen toisiaan he kielentävät ajatteluaan näkyväksi muille, mikä edistää oppimista.

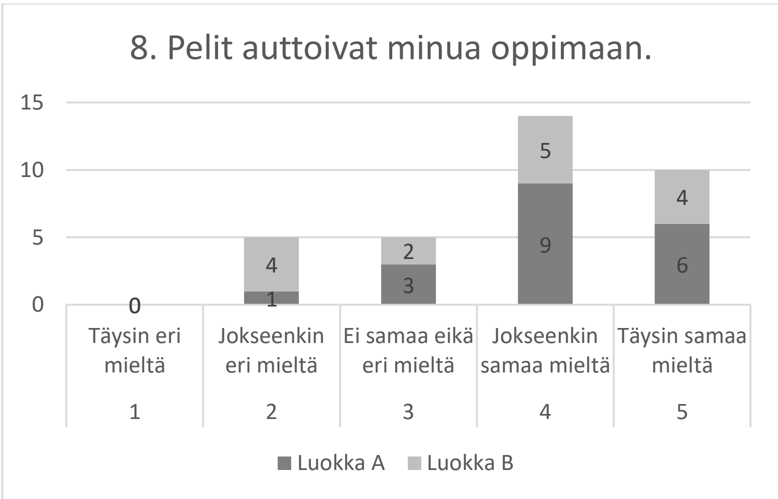
Molemmilla luokilla oppilaat ovat vastanneet samankaltaisesti väitteeseen ”*Tiesin, milloin tarvitsin apua tehtävissä.*”. Kaikista oppilaista 85 % oli täysin samaa tai jokseenkin samaa mieltä väitteen kanssa. Neljä oppilasta ei ollut ilmaissut selkeää mielipidettä asiaan ja yksi oppilas oli täysin eri mieltä. Voidaankin sanoa, että pääsääntöisesti oppilaat tietävät, milloin he tarvitsevat apua tehtävissä. Kuitenkin luokkien vastaukset eroavat siinä, pyysivätkö oppilaat apua tarvittaessa. A-luokalla yhtä suuri osa oppilaista (89 %) tiesi, milloin tarvitsi apua ja myös pyysi sitä. B-luokalta vain hieman yli puolet oppilaista vastasi tarvittaessa pyytävänsä apua, vaikka 80 % heistä tunnisti avuntarpeen. B-luokan vastauksissa avun pyytämisessä on selkeä yhteys avun saamiseen. Aineiston perusteella ei voida sanoa johtuuko liian vähäinen avun saaminen pyytämisen puutteesta. Toisaalta oppilaat ovat myös voineet pyytää apua saamatta sitä, mikä johtaisi edelleen pyyntöjen ja sitä kautta myös avun vähenemiseen.



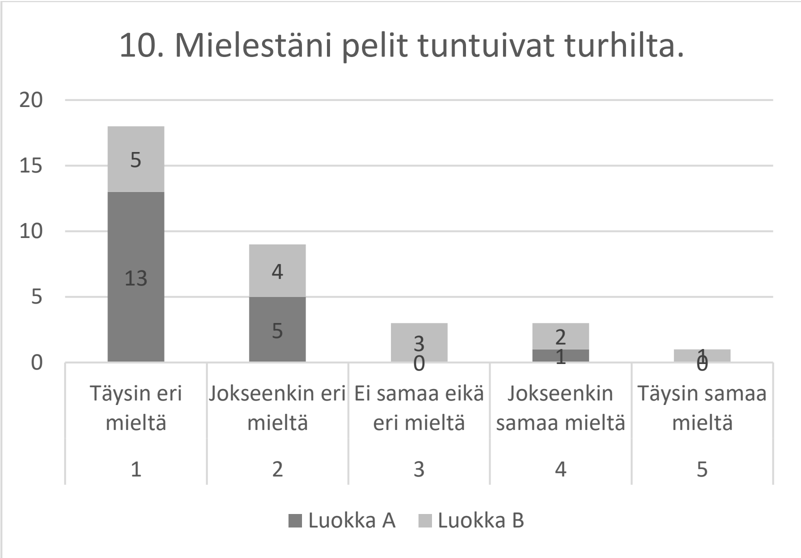
KUVIO 7. Vastausjakauma, kuinka paljon oppilaat pyysivät apua (n = 34).

Oppimispelit

Seuraavaksi käsittelen oppilaiden kokemuksia oppimispeleistä. Kaikista 34 oppilaasta 71 % oli sitä mieltä, että pelit auttoivat oppimaan. A-luokkalaisista 79 % koki väitteen positiivisena, kun taas B-luokkalaisista samaa mieltä oli 60 % oppilaista. A-luokan oppilaista yksi oli jokseenkin eri mieltä väitteen kanssa, kun taas B-luokan oppilaista tätä mieltä oli jopa 27 % oppilaista. Huomattavaa on, että kummallakaan luokalla kukaan ei ollut täysin eri mieltä siitä, että pelit auttavat oppimista. Oppilaiden vastaukset tukevat siis teoriassa esitettyä tulosta siitä, etteivät oppimispelit ainakaan heikennä oppimistuloksia. Myös väitteen *”Mielestäni pelit tuntuivat turhilta.”* tulokset tukevat pelien kokemista ennemmin positiivisena. Kaikista oppilaista 79 % oli eri mieltä siitä, että pelit olisivat turhia. Luokkien välillä oli kuitenkin selkeitä eroja. B-luokkalaisten tulokset jakautuivat paljon tasaisemmin kaikkien vastausvaihtoehtojen välille ja heistä viidesosa ajatteli pelien olevan turhia. A-luokan oppilaista vain yksi koki pelit turhiksi.



KUVIO 8. Vastausjakauma, miten oppilaat kokivat pelien edistävän oppimista (n = 34).

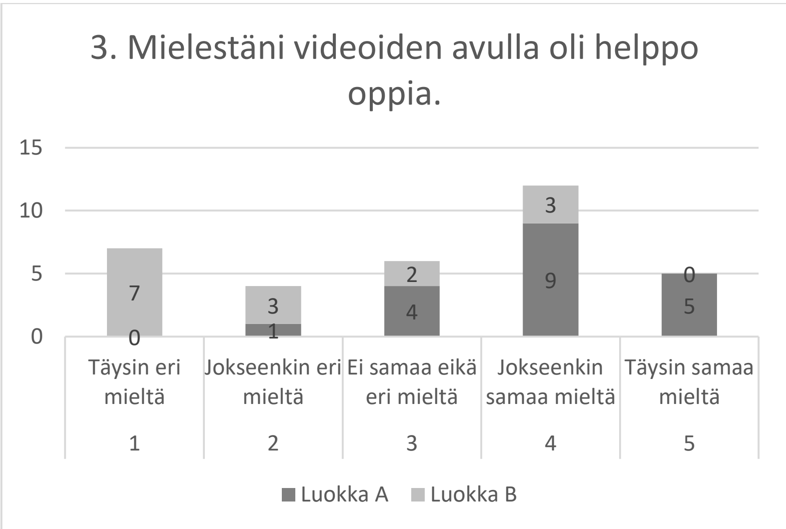


KUVIO 9. Vastausjakauma, kuinka turhaksi oppilaat kokivat pelit (n = 34).

Myös väitteen ”*Pelit toivat lisää mielenkiintoa opiskeluuni.*” vastaukset osoittavat pelien kokemisen positiivisena, sillä kokonaisuudessaan jakauma on painottunut oikealle. Kaikista oppilaista 71 % koki pelien lisäävän mielenkiintoa, kun taas vajaa viidennes oli päinvastaista mieltä. Luokkien vastauksissa on selkeitä eroja. A-luokasta 79 % koki pelien lisäävän mielenkiintoa, kun samaa mieltä B-luokkalaisista oli 60 %. Vain yksi A-luokan oppilas koki, ettei mielenkiinto lisääntynyt pelien avulla. B-luokan oppilaista tätä mieltä oli kolmannes eli 5 oppilasta. Myös omat havaintoni tukevat oppilaiden vastauksia. A-luokalla pelien pelaaminen sujui ongelmitta ja yleensä oppilaat vaikuttivat motivoituneilta. Toisinaan osa B-luokan oppilaista valitti pelien olevan tylsiä ja nämä oppilaat ilmoittivat mieluummin laskevansa kirjan tehtäviä. Myöskään B-luokalla pelien pelaaminen pienryhmissä ei aina onnistunut, sillä osa ryhmän oppilaista hankaloitti tahallaan pelitilannetta. Tällainen käytös vaikutti tietysti myös niiden oppilaiden pelikokemukseen, jotka lähtökohtaisesti olisivat itse halunneet pelata. Esimerkiksi avoimissa kysymyksissä yksi B-luokan oppilas (oppilas 3) nimesi viimeisen kertaavan lautapelin turhimmaksi tehtäväksi oppimisen kannalta. Vastauksen mukaan pelin pelaaminen ryhmässä ei ollut onnistunut, sillä kaikki eivät olleet halunneet pelata. Vaikka tällä luokalla pelitilanteisiin liittyi myös ongelmallisia hetkiä, niin suuri osa oppilaista suhtautui neutraalisti tai positiivisesti pelien pelaamiseen. Tätä tukevat myös luokan ennemmin positiiviset kuin negatiiviset vastaukset pelejä koskeviin väitteisiin.

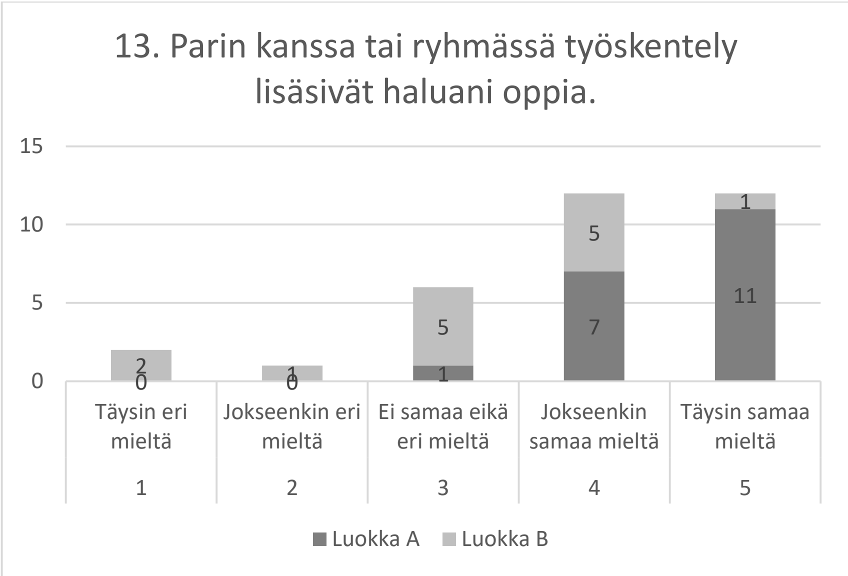
Työtavat

Seuraavaksi käsitelen oppilaiden käsityksiä työtavoista, joihin lukeutuu videoiden avulla opiskelu sekä parin tai pienryhmän kanssa oppiminen. Väitteen ”*Mielestäni videoiden avulla on helppo oppia.*” jakauma on melko tasainen ja vain hieman enemmän painottunut positiivisesti oikealle. Kaikista oppilaista puolet oli sitä mieltä, että videoiden avulla on helppo oppia. Vajaa viidennes ei ilmaissut selkeää mielipidettä ja vajaa kolmannes koki väitteen negatiivisesti. Luokkien väliset erot ovat huomattavia. A-luokasta suurin osa (73 %) koki, että oppiminen on helppoa videoiden avulla, kun taas B-luokasta eri mieltä oli lähes yhtä suuri osa (67 %). On myös huomattavaa, että B-luokasta täysin eri mieltä oli vajaa puolet luokan oppilaista. Tulosen perusteella oppilaat jakautuvat selkeästi kahteen ääripäähän: osa kokee videoiden avulla oppimisen helpoksi, mutta toisaalta on myös merkittävä joukko oppilaita, jotka ovat eri mieltä asiasta. Voidaan päätellä, että mieltymyserot johtuvat esimerkiksi luokkien aiemmista toimintakulttuureista ja totutuista oppimisen tavoista, sillä erot ovat enemmän luokkien välisiä kuin saman luokan oppilaiden välisiä.



KUVIO 10. Vastausjakauma, miten oppilaat kokivat videoiden avulla oppimisen (n = 34).

Parin tai ryhmän kanssa työskentely koettiin kokonaisuudessaan selkeästi positiiviseksi. Kaikista oppilaista 73 % oli sitä mieltä, että muiden kanssa työskentely lisää halua oppia. Vajaa viidennes ei ilmaissut selkeää mielipidettä ja 9 % oli eri mieltä yhdessä työskentelyn hyödyistä. Kuitenkin luokat ovat kokeneet pari- tai ryhmätyöskentelyn hyvin eri tavoin. A-luokasta lähes kaikki (95 %) kannattivat yhteistyötä, kun taas B-luokalla vastaavasti ajatteli vain 43 % luokan oppilaista. Noin viidennes B-luokkalaisista oli eri mieltä väitteen kanssa.

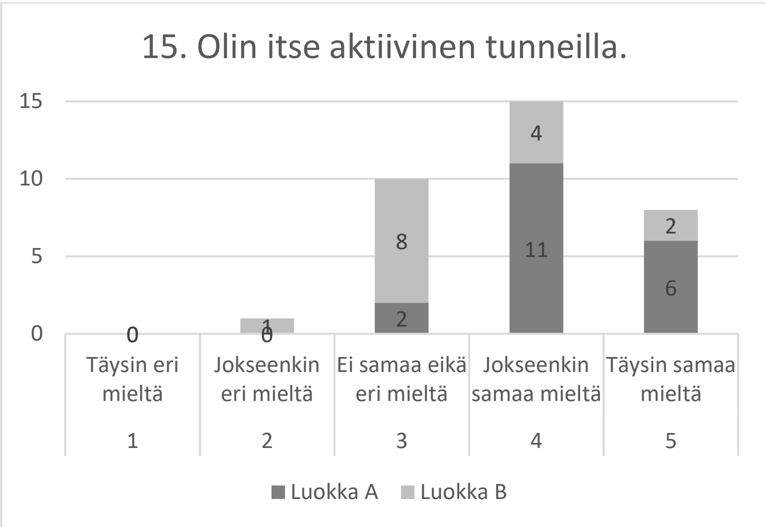


KUVIO 11. Vastausjakauma, miten oppilaat kokivat pari- tai ryhmätyöskentelyn vaikuttavan oppimishaluun (n = 33).

Oppilaan oma toiminta ja käsitykset

Seuraavaksi erittelen väitteitä, jotka liittyvät oppilaan omaan toimintaan jakson aikana tai käsityksiin omasta oppimisesta. Selkeästi suurin osa, 79 % kaikista oppilaista, haluaa oppia matematiikkaa. Kuitenkin luokkien välillä on selkeitä eroja ja nämä erot ovat todennäköisesti vaikuttaneet siihen, miten oppilaat ovat suhtautuneet prosenttilaskennan jaksoon. A-luokasta 89 % oli täysin samaa tai jokseenkin samaa mieltä siitä, että haluaa oppia matematiikkaa. Myös B-luokalla näin ajatteli suurin osa (67 %) oppilaista, mutta osuus on kuitenkin selkeästi pienempi kuin A-luokalla. A-luokalta yhteensä kaksi oppilasta suhtautui joko neutraalisti tai kielteisesti väitteeseen, kun taas B-luokalla vastaavasti ajatteli viisi oppilasta. Vaikka kyseessä onkin vain kolmen oppilaan ero, merkittävää onkin, kuinka suuri osuus luokasta on kyseessä. B-luokalla matematiikan oppimiseen suhtautui neutraalisti tai kielteisesti kolmannes oppilaista, kun taas A-luokalla vastaavasti ajatteli joka kymmenes. Omat tuntihavaintoni tukevat oppilaiden vastauksia. A-luokkalaiset olivat selkeästi omistautuneempia matematiikan opiskelulle ja suhtautuivat lähtökohtaisesti useimmiten positiivisesti, kun taas B-luokalla toiminta oli usein päinvastaista. A-luokan oppitunneilla suurin osa oppilaista työskenteli ahkerasti ja pitkäjänteisesti tehtävien parissa. Vaikka B-luokallakin suurin osa halusi oppia matematiikkaa, neutraalisti tai negatiivisesti matematiikan oppimiseen suhtautuvia oppilaita oli suhteellisesti enemmän ja heillä saattoi olla suurempi vaikutus koko luokan opiskeluilmapiiriin kuin vastaavasti ajattelevilla oppilailla A-luokalla. Koska jakso sisälsi paljon yhdessä oppimista ja tekemistä, muiden oppilaiden suhtautumisella matematiikan opiskeluun oli enemmän merkitystä kuin yksilötyöskentelyyn painottuvalla jaksolla.

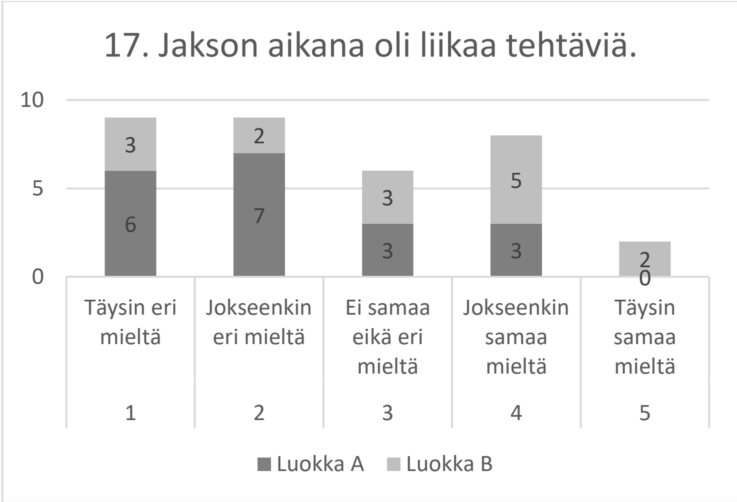
Noin kaksi kolmasosaa (68 %) kaikista oppilaista koki olleensa itse aktiivisia oppitunneilla. Kuitenkin huomattava osa oppilaista, liki kolmannes, ei osannut sanoa selkeää mielipidettä asiaan. Vain yksi oppilas oli sitä mieltä, ettei osallistunut kovin aktiivisesti tunneilla. Se, miten oppilaat määrittelivät ja kokivat aktiivisen tuntiosallistumisen, oli jokaisen oppilaan itse päätettävissä ja arvioitavissa. Perinteiseen matematiikan tuntiin verrattuna jakson työtavat olivat monipuolisia. Tämä on saattanut vaikuttaa oppilaiden arvioihin tuntiosallistumisesta. Jos työtavat ovat olleet oppilaalle uusia ja mahdollisesti myös hieman epäselviä, voi oppilaan olla hankala määrittää tuntiaktiivisuuden tasoa. Monesti oppilaat ovat tottuneet laskemaan kirjan tehtäviä, jolloin edistyminen tunnilla näkyy selkeästi tehtyjen tehtävien määrässä. Jakso sisälsi perinteisten laskutehtävien lisäksi paljon toiminnallisia tehtäviä ja oppimispelejä. Osaan tehtävistä saattoi mennä paljonkin aikaa, jolloin siirtyminen eteenpäin monisteessa oli hitaampaa. Se, miten oppilas on aiemmin kokenut ja havainnut oman aktiivisuutensa, ei välttämättä pätenytkään tällä prosenttilaskennan jaksolla.



KUVIO 12. Vastausjakauma, miten oppilaat kokivat oman tuntiaktiivisuutensa (n = 34).

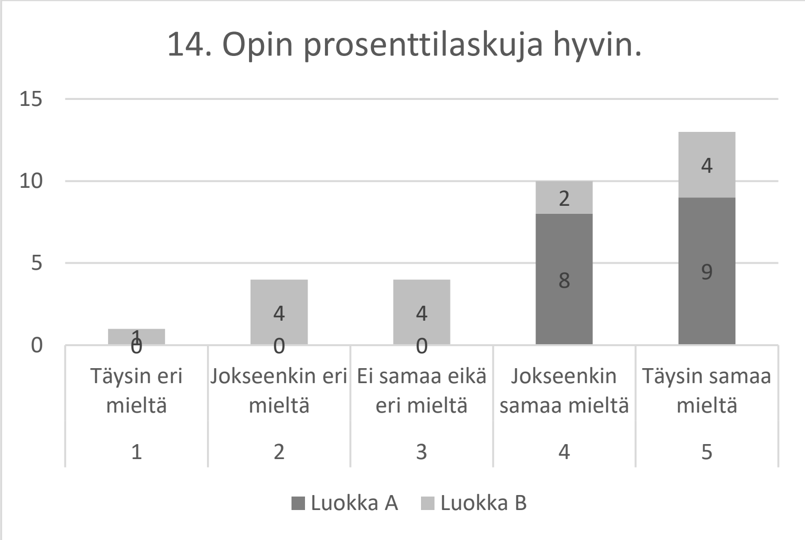
Tämä päättely saa tukea luokkien välisistä eroista vastauksissa. A-luokasta 90 % koki olleensa aktiivisia tunnilla ja vain kaksi oppilasta ei ilmaissut selkää mielipidettä tuntiaktiivisuuteensa. B-luokkalaisista hieman yli puolet ei osannut sanoa mielipidettä omaan tuntiaktiivisuuteensa ja 40 % koki olleensa aktiivisia. Omien havaintojeni ja oppilaiden palautteen perusteella jakson työtavat olivat todennäköisesti tutumpia ja miellyttävämpiä A-luokkalaisille. Heidän saattoi olla helpompi tehdä erityylisiä tehtäviä ja mahdollisesti he mielsivät nämä tärkeäksi osaksi prosenttilaskennan opiskelua. Jos tehtävien tarkoitus jäi oppilaalle epäselväksi ja konkreettinen eteneminen materiaalissa oli hitaampaa perinteisiin kirjatehtäviin verrattuna, saattoi oppilaan olla vaikea hahmottaa omaa aktiivisuutaan tunnilla. Ne seikat, jotka yleensä matematiikassa ilmentävät konkreettisesti oppilaan aktiivisuutta, eivät välttämättä päteneet joissakin jakson vaiheissa. Toisaalta tuntihavaintojen perusteella luokat sitoutuivat jaksoon eri tavoin ja aktiivisuuksien erot myös näkyivät oppitunneilla. B-luokkalaisten keskittyminen matematiikan opiskeluun oli välillä heikompaa, mikä näkyy myös oppilaiden omissa aktiivisuuden arvioinneissa.

Oppilaiden kokemukset jakson sopivasta tehtävämäärästä noudattelevat kokemuksia omasta aktiivisuudesta. A-luokasta 69 % oli sitä mieltä, ettei jakson aikana ollut liikaa tehtäviä, kun taas B-luokasta vain kolmannes ajatteli näin. A-luokan oppilaista kolme (16 %) koki tehtävämäärän liian suureksi ja B-luokalta vastaavasti ajatteli seitsemän oppilasta (46 %). Lisäksi on huomattava, että A-luokkalaisista kuusi oppilasta (32 %) määritteli aktiivisuustasonsa mahdollisimman korkeaksi, kun taas B-luokkalaisista vastaavasti ajatteli vain kaksi oppilasta (13 %). Ne A-luokan oppilaat, jotka pitivät tehtävämäärää liian suurena, kokivat oman tuntityöskentelynsä melko aktiiviseksi. B-luokalla niistä oppilaista, jotka pitivät tehtävämäärää liian suurena, kolme piti itseään melko aktiivisena ja neljä ei osannut määrittää aktiivisuuttaan. Tulokset antavat viitteitä siitä, että ne oppilaat, jotka kokivat olleensa aktiivisia tunnilla, kokivat myös tehtävämäärän sopivaksi. Suurin osa A-luokkalaisista piti tehtävämäärää sopivana ja määritteli itsensä tuntiaktiivisiksi, huomattava osa jopa erittäin aktiivisiksi. B-luokkalaisista vähemmistö piti tehtävämäärää sopivana ja 60 % tämän luokan oppilaista ei ottanut kantaa omaan aktiivisuuteensa tai piti sitä matalana. On myös huomioitava, mitä ”*Ei samaa eikä eri mieltä*” –vaihtoehto merkitsee arvioitaessa omaa tuntiaktiivisuutta. Oppilaalla saattaa olla korkea kynnys myöntää, ettei oma tuntityöskentely ollut aktiivista. Tällöin voi olla helpompaa valita Likert-asteikolta keskimmäisin vastausvaihtoehto.



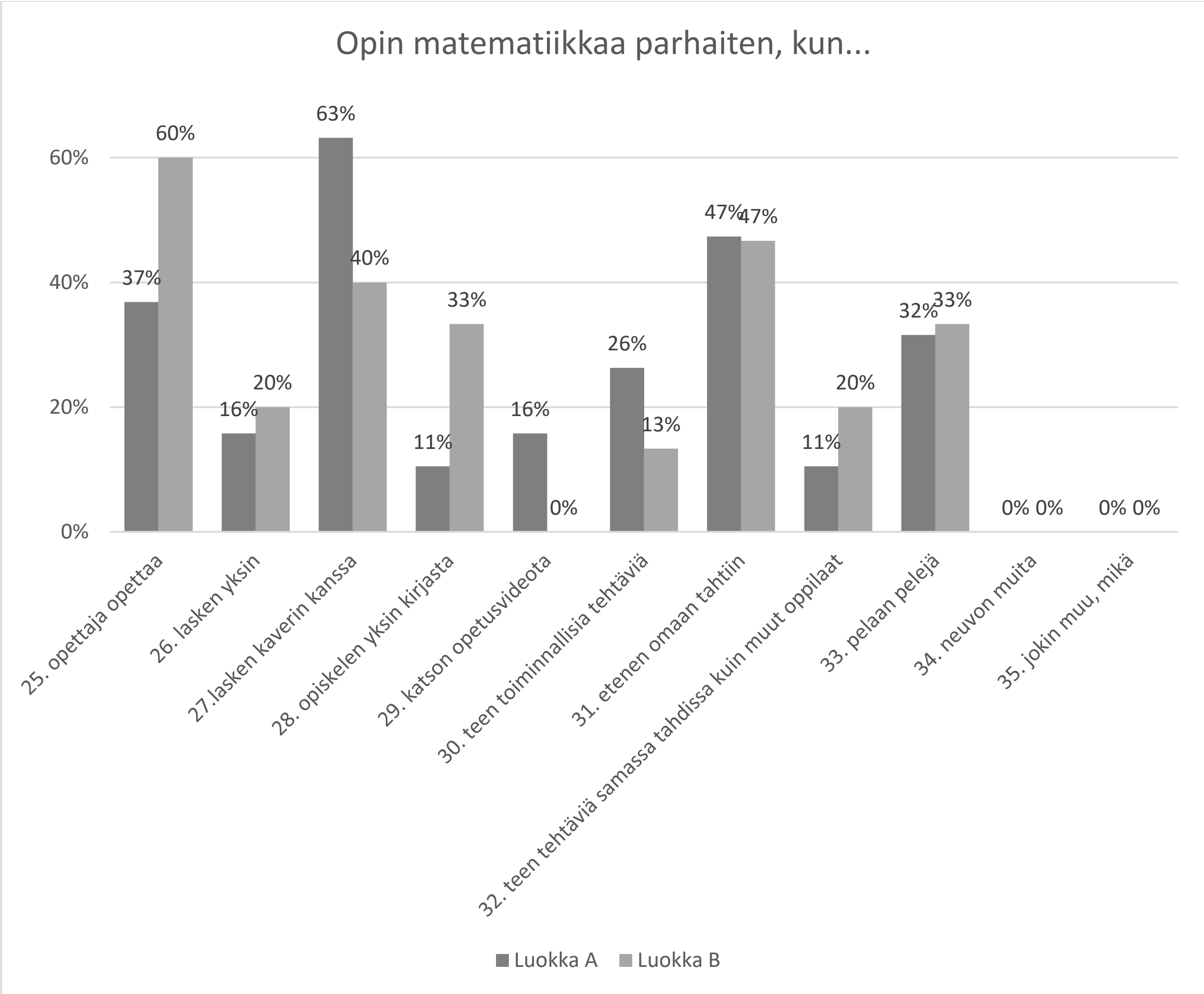
KUVIO 13. Vastausjakauma, miten oppilaat kokivat jakson tehtävämäärän (n = 34).

Väitteen ”*Opin prosenttilaskuja hyvin.*” vastaukset ovat yhteneviä oppilaiden muiden kokemusten kanssa prosenttilaskennan jaksosta. Yleisesti A-luokka koki jakson toimintatavat positiivisempana kuin B-luokka ja myös kokemukset oman oppimisen tasosta noudattelevat samaa linjaa. A-luokalla lähes kaikki oppilaat vastasivat oppineensa prosenttilaskuja hyvin ja vain yksi oppilas ei osannut ilmaista selkeää mielipidettä asiaan. B-luokkalaisten vastaukset ovat jakautuneet huomattavasti tasaisemmin vastausvaihtoehtojen välille. Yhteensä 40 % B-luokan oppilaista koki oppineensa prosenttilaskuja hyvin, toisaalta melkein yhtä suuri osa oppilaista oli asiasta eri mieltä. Lähes kolmannes B-luokkalaisista ei ollut samaa eikä eri mieltä väitteen kanssa. Seuraavassa luvussa on käsitelty tarkemmin oppilaiden suoriutumista loppukokeessa. Vaikka luokat suoriutuivat kokeesta lähes yhtä hyvin, B-luokkalaisten kokemukset omasta osaamisesta oli selvästi heikompaa.



KUVIO 14. Vastausjakauma, miten oppilaat kokivat oman prosenttilaskennan oppimisensa (n = 32).

Kyselylomakkeen viimeisessä kysymyksessä oppilaiden tuli valita vaihtoehdoista 1–3 tapaa, joilla he oppivat parhaiten matematiikkaa. Molemmilla luokilla kolme suosituinta oppimistapaa olivat laskeminen kaverin kanssa, opettajan opettaminen sekä eteneminen omaan tahtiin. Kuitenkin erot mieltymyksissä ovat selkeät ja kuvastavat tutkimuksen muita tuloksia ja luokkien suhtautumista opetusjaksoon. B-luokalla 60 % oppilaista kannatti opettajajohtoista opetusta, kun taas A-luokkalaisista vastaavasti ajatteli 37 %. Yhtä monen prosenttiyksikön ero oli kaverin kanssa laskemisen suosiossa. A-luokkalaisista 63 % kannatti yhdessä laskemista, kun taas B-luokkalaisista samoin ajatteli 40 %. Omat tuntihavaintoni tukevat tuloksia, sillä A-luokkalaiset pitivät yhdessä työskentelystä ja olivat siinä hyvin omatoimisia, kun taas B-luokkalaiset kaipasivat enemmän opettajajohtoista opetusta ja oppikirjan tehtäviä. Näitä havaintoja tukee myös luokkien välinen ero siinä, kuinka suosittua oli oppikirjatehtävien laskeminen yksin. A-luokasta tätä tapaa kannatti noin joka kymmenes, kun taas B-luokasta vastaavasti ajatteli kolmannes oppilaista. Omatahtinen eteneminen oli yhtä suosittua molemmilla luokilla (47 %) ja myös pelien pelaamista kannatti noin kolmannes molempien luokkien oppilaista. Todennäköisesti siis omatahtinen eteneminen ei ollut syynä B-luokkalaisten negatiivisempaan suhtautumiseen jakson aikana, vaan he vierastivat jakson muita toimintatapoja. On kuitenkin huomattavaa, että hieman yli puolet kaikista oppilaista ei sijoittanut omatahtista etenemistä kolmen parhaan oppimistavan joukkoon. Myös esimerkiksi pelit saivat vielä vähemmän suosiota, mutta ovat luonteeltaan eritapaisia kuin omatahtinen eteneminen. Pelit voivat olla melko nopeitakin ja vievät oppitunnista vain osan. Tällöin niistä ei myöskään ole niin paljoa haittaa niille oppilaille, jotka eivät koe pelejä hyväksi oppimismuodoksi. Omatahtinen eteneminen on kuitenkin paljon laajempi muutos luokkatyöskentelyn tavoissa ja vaikuttaa opiskeluun kaikilla oppitunneilla koko ajan. Opettajan olisikin syytä pohtia tarkasti, miten omatahtista etenemistä toteutetaan ja miten tukea niitä oppilaita, jotka eivät luontaisesti koe tätä oppimistyyliä omakseen.



KUVIO 15. Oppilaiden kokemukset parhaista matematiikan oppimistavoista. Kuvio kertoo, kuinka monta prosenttia kummankin luokan oppilaista valitsi jonkin oppimistavan. Oppilas sai valita 1–3 vastausvaihtoehtoa. (A-luokalla n = 19, B-luokalla n = 15).

6.2.2 Avoimet kysymykset

Seuraavaksi erittelen tarkemmin palautelomakkeen avoimien kysymyksien vastauksia. Avoimia kysymyksiä oli yhteensä viisi ja ne jakautuivat kahteen osioon: hyödyllisiin ja mielenkiintoisiin tehtäviin, joita oppilaat haluaisivat enemmän sekä turhiin tehtäviin, joita he haluaisivat vähemmän.

Oppimisen kannalta hyödyllisiksi tehtävätyypeiksi nousivat toiminnalliset tehtävät sekä oppikirjatehtävien kaltaiset tehtävät. Tässä tutkimuksessa oppikirjan mukaiset tehtävät tarkoittavat sellaisia tehtäviä, joita oppilas suorittaa yksin kynän ja paperin avulla. Näitä ovat esimerkiksi tehtävät 3, 5, 10 ja 11 (liite 3). Kun tarkastellaan molempien luokkien vastauksia yhdessä, 17 oppilasta mainitsi toiminnalliset tehtävät hyödyllisiksi oppimisen kannalta ja vastaavasti 15 oppilasta mainitsi oppikirjatehtävien kaltaiset tehtävät. Kuitenkin A-luokalla toiminnallisuus oli selkeästi suositumpaa, sillä 13 oppilasta mainitsi toiminnalliset tehtävät, kun taas B-luokalla vastaavia tehtäviä kannatti vain neljä oppilasta. Vaikka A-luokalla toiminnalliset tehtävät olivat suosittuja, moni koki myös oppikirjatehtävien kaltaiset tehtävät hyödyllisiksi. Tällä luokalla yhdeksän oppilasta piti oppikirjatehtäviä hyödyllisenä, kun taas B-luokalla samoin ajatteli kuusi oppilasta. Kun tarkastellaan molempien luokkien vastauksia, värisauva- ja murtokakkutehtävät olivat suosituimpia toiminnallisia tehtäviä. Värisauvat mainittiin kuudessa vastauksessa ja murtokakut neljässä vastauksessa. Lisäksi nappitehtävät (tehtävät 12 ja 13) ja pelit mainittiin kolmesti. Oppikirjatehtävistä suosituimpia olivat tehtävä 10 (yhdeksän mainintaa) sekä tehtävät 3 ja 11 (molemmat neljä mainintaa). Lisäksi kaksi oppilasta piti lisämonisteiden tehtäviä hyödyllisinä.

Yhteensä 18 oppilasta perusteli tehtävien hyödyllisyyttä sillä, että niistä oppii hyvin. Suurin osa näistä tehtävistä oli oppikirjatehtävien kaltaisia. Viisi oppilasta koki, että hyödylliset tehtävät auttavat hahmottamaan asioita paremmin. On huomattavaa, että kaikki hahmottamista edistävät tehtävät olivat toiminnallisia tehtäviä. Hyödyllisyyttä perusteltiin myös tehtävän tärkeällä sisällöllä tai taidon tarpeellisuudella. Kolme oppilasta koki tehtävät hyödyllisiksi, jos niiden avulla oppiminen oli mukavaa, kuten erään vastaajan (oppilas 12) mukaan: *”Koska se oli hauska ja helppo tapa oppia ja asiat jäivät mieleen.”*. Kaksi oppilasta koki tehtävän vaativuustason liittyvän hyödyllisyyteen.

Molemmissa luokissa pelit nousivat ylivoimaisesti mielenkiintoisimmaksi tehtävätyypiksi. Kaikissa vastauksissa pelit mainittiin yhteensä 21 kertaa. On huomattavaa, että pelejä pidettiin hyvin mielenkiintoisina, mutta ne eivät erityisemmin nousseet esiin kysyttäessä oppimisen kannalta hyödyllisiä tehtäviä. Peleistä suosituin oli lautapeli, joka sai seitsemän mainintaa. Muistipeli ja domino mainittiin molemmat viisi kertaa sekä ristinolla mainittiin kahdesti. Pelien lisäksi A-luokalla kuusi oppilasta mainitsi muita toiminnallisia tehtäviä sekä neljä oppilasta nosti esiin oppikirjatehtävien kaltaiset tehtävät. B-luokalla mikään muu tehtävätyyppi kuin pelit ei saanut yksittäistä oppilasta suurempaa kannatusta. Kun tarkastellaan kaikkia vastauksia, toiminnallisista tehtävistä keskenään lähes yhtä suuren suosion saivat murtokakku-, värisauva- ja nappitehtävät. Oppikirjatehtävistä kolme oppilasta mainitsi mielenkiintoisena tehtävän 11, joka mainittiin myös kysyttäessä hyödyllisiä tehtäviä.

Mielenkiintoisinta tehtävää perusteltiin eniten mukavuudella ja oppimisen hauskuudella. Yhteensä 14 oppilasta mainitsi tämän näkökulman. Jälleen oppimisen kokemus nousi tärkeäksi kriteeriksi, ja tätä perustelua käytti yhteensä 13 oppilasta. Kuusi oppilasta perusteli tehtävän mielenkiintoisuutta vaativuustasolla. Ainoastaan yksi oppilas koki tehtävän helppouden lisäävän mielenkiintoa, kun taas viisi muuta oppilasta koki mielenkiintoisen tehtävän riittävän vaikeaksi ja haasteelliseksi. Lisäksi kolme oppilasta perusteli tehtävän mielenkiintoisuutta sen sisällöllä, erityisesti sen kertaavalla luonteella. Nämä oppilaat pitivät tärkeänä, että tehtävä sisältää kaikkia siihen mennessä opittuja asioita. Mikään oppilaiden perusteluista ei liittynyt vain yhteen tehtävätyyppiin. Esimerkiksi pelien mielenkiintoisuutta perusteltiin mukavuudella, oppimisella ja kertaavalla sisällöllä. Eräs oppilas (oppilas 17) nimesi kertaavan lautapelin mielenkiintoisimmaksi tehtäväksi ja perusteli asiaa seuraavasti: *”Koska siinä näki nopeasti menikö oikein ja kysymykset oli mielestäni tärkeä osata”*. Perustelu ei sopinut mihinkään luokkaan muiden vastausten kanssa, mutta on merkittävä opetuskokonaisuuden kehittämisen kannalta. Lautapelissä oppilas sai välittömän palautteen osaamisestaan, mitä voidaan pitää positiivisena oppimisen kannalta. Jos oppilas vastaisikin pelissä väärin, koko ryhmän kannattaisi pohtia mistä väärä vastaus johtuu ja miten tehtävä laskettaisiin oikein. Oppituntihavaintojen perusteella oppilaat eivät yleensä jääneet pohtimaan yhteisesti vääriä vastauksia ja tehtävän oikeaa ratkaisua. Opetuskokonaisuuden kehittämisen kannalta oppilaita tulisi rohkaista pohtimaan myös vääriä vastauksia ja niihin liittyviä ajatusmalleja.

Vaikka oppilaat pitivät pelejä selkeästi mielenkiintoisimpina, molemmilla luokilla toivottiin eniten lisää oppikirjatehtävien kaltaisia tehtäviä. Nämä tehtävät mainittiin vastauksissa yhteensä 21 kertaa, kun taas toiminnalliset tehtävät mainittiin vain neljästi. Yhteensä kahdeksan oppilasta toivoi lisää tehtävän 10 kaltaisia tehtäviä. Tehtävä 11 sai seitsemän mainintaa ja prosentin käsitteeseen liittyvät alkupään tehtävät mainittiin kahdesti. Lisäksi kolme oppilasta toivoi enemmän sanallisia tehtäviä. Toiminnallisista tehtävistä värisauvatehtävä oli ainoa, joka sai useamman oppilaan kannatuksen (kolme oppilasta). Yhteensä kuusi oppilasta toivoi lisää pelejä, mutta mikään yksittäinen pelityyppi ei saanut useamman oppilaan kannatusta. Viidessä vastauksessa mainittiin tehtävien vaikeustaso. Yhteensä neljä oppilasta kaipasi haastavampia tehtäviä, kun taas yksi oppilas toivoi enemmän helpompia tehtäviä.

Oppilaiden perustelut siitä, miksi jotakin tehtävää haluttaisiin lisää, jakautuivat kolmeen luokkaan. Tehtävätoiveita perusteltiin niiden mukavuudella, vaikeustasolla tai oppimisella. Yhteensä 16 oppilasta mainitsi mukavuuden ja sen, että tehtävät olivat ”*kivoja*” tai ”*hauskoja*”. Yhdeksän oppilasta perusteli vastaustaan oppimisen kokemuksella esimerkiksi siten, että tehtävät ”*auttoivat kehittymään*” tai ”*niistä oppii parhaiten*”. Neljässä vastauksessa nostettiin esiin tehtävien vaikeustaso. Nämä kaikki oppilaat kaipasivat lisää haastavia tehtäviä. Oppikirjan kaltaisten tehtävien toiveita perusteltiin kaikilla kolmella tavalla: mukavuudella, oppimisella ja vaikeustasolla. Toiminnallisuus- ja pelitoiveita perusteltiin kuitenkin vain mukavuudella.

Kysyttäessä turhaa tehtävätyyppiä, vastauksissa näkyy jälleen samankaltaiset erot luokkien välillä kuin aiemmin. A-luokalla oppikirjatehtävien kaltaiset tehtävät mainittiin turhiksi yhdeksän kertaa, kun taas B-luokalla nämä saivat kolme mainintaa. Toiminnallisuus mainittiin A-luokalla viidesti, kun taas B-luokalla jopa 10 kertaa. Toiminnallisista tehtävistä selkeästi epäsuosituin oli nappitehtävä (tehtävät 12 ja 13), joka mainittiin yhteensä kahdeksassa vastauksessa. Huomattavaa on, että moni oppilas oli kirjoittanut vastukseensa videointitehtävä eikä nappitehtävä. Myös oppituntihavaintojeni perusteella itse nappitehtävä ei aiheuttanut vastustusta, mutta moni oppilas koki videon tekemisen tarpeettomaksi tai ikäväksi. Jotkin oppilaat ihmettelivät, miksi tehtävä olisi vielä lopuksi videoitava sen jälkeen, kun he olivat omasta mielestään valmiita. Oppilaiden oli selkeästi vaikea nähdä tehtävän kielentäminen ja videointi oppimistilanteena. Todennäköisesti oppilaat eivät olleet tottuneet tämän kaltaisiin tehtäviin. Jakson kehittämisen kannalta esimerkiksi tehtävän ohjeistusta olisi parannettava. Oppilaille olisi heti perusteltava kielentämisen ja videoinnin merkitys. Nyt oppilaat olivat itsenäisesti tutustuneet tehtävänantoon, jolloin vastareaktio videoinnin merkityksettömyydestä nousi helposti. Videointitehtävän lisäksi toiminnallisista tehtävistä murtokakkutehtävät mainittiin neljästi turhimmaksi ja vastaavasti värisauvatehtävät mainittiin kahdesti. Oppikirjatehtävistä prosentin käsitteeseen liittyvät alkupään tehtävät mainittiin turhiksi yhteensä kuudessa vastauksessa. Lisäksi tehtävä 11 sai kolme mainintaa. Muut tehtävätyypit eivät saaneet yksittäistä oppilasta suurempaa kannatusta. On huomattavaa, että A-luokalla neljä oppilasta koki, ettei mikään tehtävätyyppi ollut turha.

Oppilaat perustelivat tehtävän turhuutta vaikeustasolla tai sillä, ettei tehtävässä oppinut mitään. Yhteensä 14 oppilasta nosti esille tehtävän vaikeustason, jota pidettiin liian helppona. Seitsemän oppilasta perusteli tehtävävalintaansa sillä, ettei siinä oppinut mitään. Mahdollisesti ainakin osa näistä kommenteista liittyi siihen, että tehtävän sisältö oli jo tuttua eikä oppilas oppinut mitään uutta. Vastausten perusteella prosentin käsitteeseen liittyvät alkupään tehtävät olivat osalle oppilaista liian helppoja. Samoin osa oppilaista koki murtokakku-, värisauva- tai nappitehtävät liian helpoiksi. Eräs oppilas perusteli tehtävän 22 turhuutta sillä, ettei siinä ollut kunnolla tilaa laskuille.

Materiaalia kehitettäessä on oleellista huomioida myös tehtävien asettelu ja se, että laskutilaa on riittävästi.

Kysyttäessä millaisia tehtäviä oppilaat haluaisivat vähemmän, toiminnalliset ja oppikirjatehtävien kaltaiset tehtävät saivat melkein yhtä paljon kannatusta. Toiminnallisuus mainittiin vastauksissa 14 kertaa ja oppikirjamaiset tehtävät 11 kertaa. Lisäksi pelit mainittiin kahdesti, ja kolme oppilasta oli sitä mieltä, ettei haluaisi mitään tehtäviä vähemmän. Toiminnallisista tehtävistä nappitehtävä mainittiin kuusi kertaa, murtokakkutehtävä neljä kertaa ja värisauvatehtävä kolme kertaa. Oppikirjatehtävien kaltaisista tehtävistä prosentin käsitteeseen liittyvät alkupään tehtävät mainittiin kuusi kertaa ja tehtävä 10 mainittiin kaksi kertaa. Muut tehtävät eivät saaneet useamman oppilaan kannatusta.

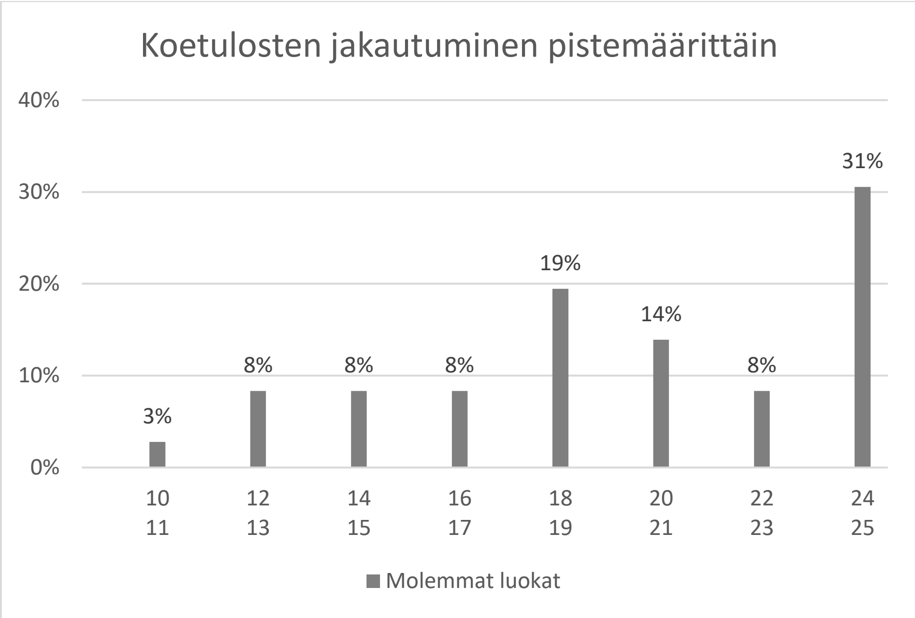
Oppilaiden perustelut siitä, miksi joitain tehtäviä pitäisi olla vähemmän, jakautuivat kolmeen luokkaan. Yhteensä 12 oppilasta perusteli toivettaan tehtävän tylsyydellä ja kolme oppilasta kertoi vain, ettei pitänyt tehtävästä. Lisäksi seitsemän oppilasta perusteli toivettaan tehtävän vaikeustasolla, ja heistä viisi toivoi vähemmän helppoja tehtäviä. Mikään perusteluiden luokka ei koostunut vain yhdestä tehtävätyypistä. Kuitenkin toivetta vähentää toiminnallisia tehtäviä oli eniten perusteltu niiden tylsyydellä.

Yhteenvetona oppilaat pitivät hyödyllisinä sekä toiminnallisia että oppikirjamaisia tehtäviä. Kuitenkin osa oppilaista koki jotkin toiminnalliset tehtävät sekä jakson alun oppikirjamaiset tehtävät liian helppoina. Oppilaille oli tärkeää, että tehtävät ovat tarpeeksi haastavia ja niitä tehdessä syntyy oppimisen kokemus. Tehtävien mukavuus ja hauskuus lisäsivät niiden mielenkiintoa, ja erityisesti pelit koettiin jakson mielenkiintoisimpina tehtävinä. Oppilaat toivoivat lisää erityisesti perinteisiä oppikirjamaisia tehtäviä. Vastauksista kuvastui, että joiltain osin jakson tehtävät olivat liian helppoja. Opetusmateriaalia voidaankin pitää enemmin alaspäin eriyttävänä, sillä käsitteiden harjoitteluun käytettiin paljon aikaa. Vaikka materiaali sisälsi myös ylöspäin eriyttäviä tehtäviä, pitäisi jaksoa kehitettäessä pohtia, miten taitavat oppilaat saisivat riittävästi haastetta.

6.3 Kokeet

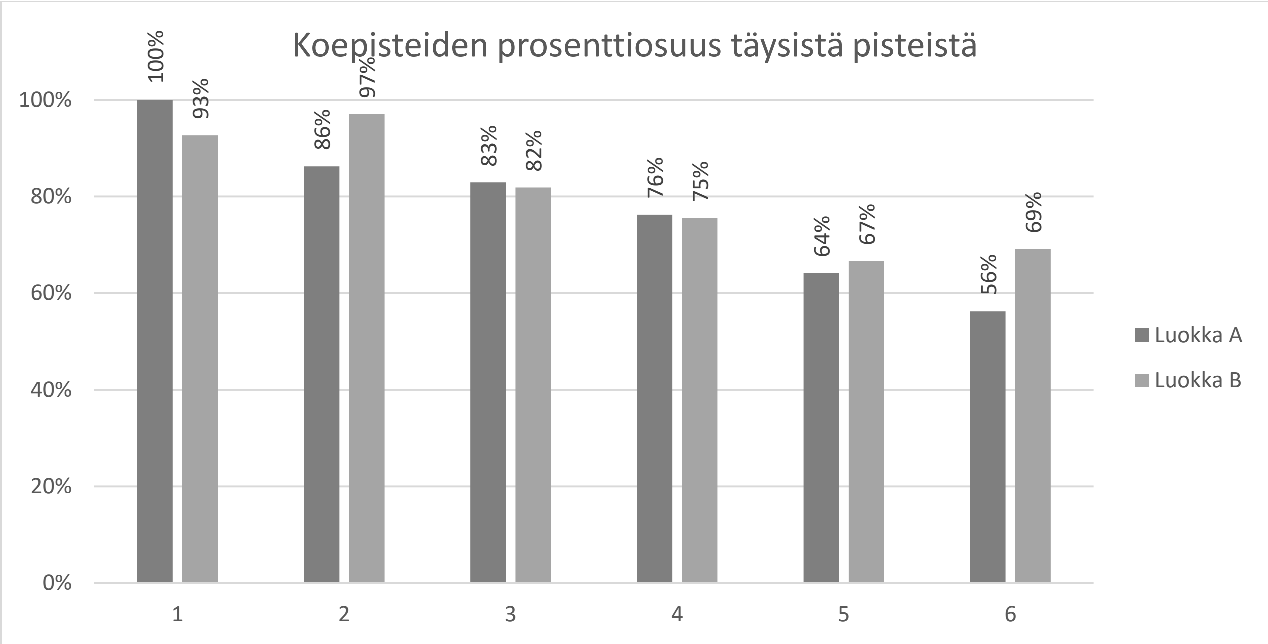
Jakson loputtua oppilaat suorittivat summatiivisen kokeen (liite 2). Koe koostui kuudesta tehtävästä, jotka mittasivat prosentin käsitteen ja prosenttiluvun laskemisen osaamista. Koe oli hyvin perinteisen matematiikan kokeen kaltainen: oppilaat laskivat laskut yksin ilman laskinta. Kaikkia kokeessa olleita tehtävätyyppejä oli ollut myös jakson materiaalipaketissa. Kokeen neljännessä tehtävässä tutkitaan kuvitteellista värisauvaa ja tällä olen pyrkinyt luomaan yhteyden jakson toiminnallisiin värisauvatehtäviin. Yleisesi loppukokeen luonne on kuitenkin hieman ristiriidassa koko opetusjakson luonteen kanssa. Totuttuun matematiikan opetukseen verrattuna hyvin erilainen toiminnallinen ja omatahtinen opetusjakso päättyi perinteiseen kokeeseen. Päädyin kuitenkin tällaiseen kokeeseen, sillä koin sen helpommaksi ja luotettavammaksi tavaksi arvioida oppimista. Ajattelin, että uudenlainen koetilanne saattaisi esimerkiksi hämmentää oppilaita, mikä vaikuttaisi osaamisen arviointiin. Lisäksi opetusjakso oli itselleni haastava omatahtisen etenemisen takia, joten perinteinen koe tuntui turvallisemmalta. Myös ajalliset resurssit olivat merkittävä tekijä päätyessäni perinteiseen kokeeseen. Molempien luokkien koe oli suoritettava yhdellä tunnilla, joten esimerkiksi toiminnallisen osion järjestäminen olisi ollut liian aikaa vievää.

Kokonaisuudessaan oppilaat menestyvät kokeessa hyvin ja luokkien koetulosten välillä ei ole oleellista eroa. Kokeen kokonaispistemäärä oli 25 ja A-luokan pisteiden keskiarvo on 20,05 ja B-luokan 19,88. A-luokalla pisteiden keskihajonta on 4,12 ja B-luokalla 4,33. Kun tarkastellaan molempia luokkia yhdessä, oppilaat saivat keskimäärin 80 % täysistä koepisteistä. Käyttämäni arvosteluasteikon mukaan tämä vastaa arvosanaa 8,5. Arvosteluasteikko on lineaarinen ja arvosanan 5 saa kahdeksalla koepisteellä. Alhaisin kokeesta saatu pistemäärä on 10 pistettä ja korkein täydet 25 pistettä. Kuviosta 16 nähdään kaikkien oppilaiden pistejakauma. Liki kolmannes kaikista oppilaista on saanut kokeesta täydet pisteet ja 72 % on saanut vähintään arvosanan 8 (eli 18 pistettä). Jos luokkia tarkastellaan erikseen, on jakaumassa jonkin verran eroja pienillä pisteväleillä. Pidemmillä pisteväleillä tulokset ovat kuitenkin samansuuntaisia. A-luokasta 73 % oppilaista sai pistemäärän väliltä 18–25, kun B-luokasta vastaava osuus oli 78 %. Vähäisistä eroista johtuen on mielekkäämpää tarkastella luokkien koetuloksia yhdessä kuin erikseen. Yhteensä kokeen suoritti 36 oppilasta.



KUVIO 16. Kaikkien oppilaiden (n = 36) koetulosten jakautuminen pistemäärittäin.

Opetuskokonaisuuden kehittämisen kannalta on tärkeää tarkastella lähemmin, missä tehtävissä oppilaat tekivät virheitä ja minkälaisia nämä virheet ovat. Kuviosta 17 nähdään, kuinka suuren osan pisteistä oppilaat saivat keskimäärin kustakin tehtävästä. Luokkien välillä ei ole merkittävää eroa tehtäväkohtaisissa keskiarvoissa. Yleisesti tulokset heikkenevät kokeen loppupään tehtävissä, mikä oli oletettavaa. Kokeen alku koostuu helpommista perustehtävistä, kun taas kaksi viimeistä tehtävää ovat sanallisia ja käsittelevät prosenttiluvun laskemista.



KUVIO 17. Tehtäväkohtaisten keskiarvojen osuus täysistä pisteistä.

Tarkastelin oppilaiden tekemiä virheitä jokaisessa tehtävässä erikseen ja luokittelin virheet niiden tyypin perusteella. Kahden ensimmäisen tehtävän virheet vaikuttivat enimmäkseen huolimattomuusvirheiltä eivätkä ne liittyneet opetusjakson sisältöihin. Esimerkiksi ensimmäisessä tehtävässä oppilas oli saattanut unohtaa merkitä vastauksen kaikissa tehtävässä vaadituissa muodoissa. Toisessa tehtävässä oli joitakin virheitä vähennyslaskussa. Voidaan kuitenkin olettaa, että yhteen- ja vähennyslaskutaidot hallittaan kuudennella luokalla, joten nämä virheet aiheutuivat todennäköisesti huolimattomuudesta. Koska toisesta tehtävästä oli mahdollista saada maksimissaan vain kaksi pistettä, vaikuttivat pienet virheet suhteellisen paljon saatavien pisteiden osuuteen tehtäväkohtaisesta kokonaispistemäärästä. Koska kahden ensimmäisen tehtävän virhetyypit eivät ole oleellisia jakson sisältöjen kannalta, erittelen tarkemmin vain tehtävien 3–6 virheitä. Virheiden tyypeissä ei ole oleellista eroa luokkien välillä, joten tarkastelen kaikkien oppilaiden tuloksia yhdessä. Luokittelun lisäksi laskin, kuinka monesti kyseinen virhetyyppi esiintyi tehtävän kohdalla. Jos oppilas teki saman tyyppisen virheen useammin samassa tehtävässä, laskin virheen vain kerran.

TAULUKKO 1. Tehtävän 3 (liite 2) virhetyypit.

	Tyhjiä	Ongelmat laventamisessa/ supistamisessa	Puutteelliset merkinnät	Huolimattomuus	Väärä merkintätapa	Yhtäsuuruusmerkin väärinkäyttö
Määrä	12	4	7	3	2	1

Tehtävässä 3 (liite 2) virheitä esiintyi yhteensä 26 oppilaalla ja täysin virheettömiä vastauksia oli 10 oppilaalla. Tehtävässä oppilaiden piti muuntaa kuusi murtolukua prosenteiksi. Osaamisen kannalta oleellista on tunnistaa, millä luvulla murtolukua tulee laventaa tai supistaa, jotta saadaan sadasosia tai jokin muu murtoluku, joka osataan muuntaa prosenteiksi. Tämä edellyttää vahvaa kerto- tai jakolaskun hallintaa. Selkeästi yleisimmäksi virhetyypiksi nousivat tyhjät vastaukset. Kukaan oppilaista ei ollut jättänyt tehtävää täysin tyhjäksi, vaan vain tietyt kohdat tehtävästä. Kokeen muissa tehtävissä tyhjät vastaukset olivat selkeästi pienemmässä roolissa. Tämä on ymmärrettävä tulos, sillä tehtävä 3 on hyvin mekaaninen ja suurimpana haasteena on oikean supistajan tai laventajan keksiminen. Neljällä oppilaalla oli ongelmia laventamisessa tai supistamisessa ja taustalla on sama syy kuin tyhjissä vastauksissa. Näissä tapauksissa oppilaat olivat kuitenkin yrittäneet päätyä jonkinlaiseen vastaukseen. Puutteellisia merkintöjä voidaan pitää jonkinasteisena huolimattomuutena, sillä tehtävässä kehotettiin merkitsemään tarvittavat välivaiheet. Myös oikeasta vastauksesta menetti osan pisteistä, jos tarvittavia välivaiheita ei oltu merkitty. Huolimattomuusvirheissä oli esimerkiksi käytetty oikeaa laventajaa/supistajaa, mutta kerto- /jakolasku oli laskettu väärin.

TAULUKKO 2. Tehtävän 4 (liite 2) virhetyypit.

	Puutteelliset merkinnät	Väärä merkintätapa	Yhtäsuuruusmerkin väärinkäyttö	Tyhjiä	Muut
Määrä	13	4	6	2	5

Tehtävässä 4 (liite 2) on annettu 12 cm pitkän värisauvan kuva ja pyydetty ilmoittamaan, minkä pituinen värisauva olisi esimerkiksi 25 % kuvan värisauvaan verrattuna. Tehtäväpaketin tehtävät 17 ja 18 ovat samankaltaisia ja näissä oppilaat käyttivät oikeita värisauvoja ratkaisun apuna. Yhteensä 20 oppilaalla oli virheitä tässä tehtävässä ja virheettömiä vastauksia oli melkein yhtä suuri määrä, 17 kappaletta. Koetehtävässä selkeimpänä virhetyyppinä ovat puutteelliset merkinnät. Moni oppilaista oli saanut oikean vastauksen, mutta ei ollut merkinnyt, miten vastaukseen päädyttiin. Värisauvan kuva on saattanut johdattaa oppilaita ratkaisemaan tehtävä kuvan avulla päättelemällä. Lisäksi oppitunneilla vastaavanlaisten tehtävien ratkaisuja tutkittiin oikeiden värisauvojen avulla eikä laskutoimituksia tarvinnut merkitä. Kokeessa kuitenkin on erillinen huomautus laskujen merkitsemisestä. Joko tehtävämonisteen samankaltainen tehtävä erilaisin vaatimuksin johti oppilaita harhaan tai sitten he ovat osanneet päässään päätellä ja laskea vastauksen, mutta eivät ole osanneet muotoilla sitä matemaattiseen muotoon. Tehtävämonisteessa voisi olla vaatimuksena esittää ratkaisu myös matemaattisessa muodossa. Tällöin oppilaille muodostuisi selkeämmin yhteys konkreettisten toimintavälineiden mallin ja matemaattisen mallin välille. Olisikin tärkeää, etteivät toiminnalliset tehtävät jää vain irrallisiksi osioksi, vaan niillä olisi selkeä yhteys kirjoitettuun matematiikan kieleen.

Huomattavassa osassa virheitä oppilaat olivat joko käyttäneet yhtäsuuruusmerkkiä väärin tai merkintätapa oli yleisesti väärä. Väärässä merkintätavassa oppilas saattoi esimerkiksi käyttää samassa lausekkeessa sekaisin senttimetrejä ja prosentteja, kuten *”12 cm + 50 %”*. Kaikissa kokeen tehtävissä yleinen tapa käyttää väärin yhtäsuuruusmerkkiä oli merkitä lausekkeita peräkkäin ilman vaadittavia katkoksia, kuten tehtävässä 4 esimerkiksi ”*100-25 = 75 = 3 cm*”. Yhtäsuuruusmerkin käyttö oli ymmärretty väärin myös merkintätavassa ”*50 % = 6 cm*”. Muut-kategorian virheet olivat yksittäisiä tapauksia, jotka eivät sopineet muihin virheluokkiin.

TAULUKKO 3. Tehtävän 5 (liite 2) virhetyypit.

	Murtoluvun muodostaminen	Murtoluvun muuttaminen prosenteiksi	Yhtäsuuruusmerkin väärinkäyttö	Tyhjiä	Muut
Määrä	9	5	4	1	1

Kokeen viides tehtävä on sanallinen tehtävä prosenttiluvun laskemisesta. Oppilaiden tuli laskea, kuinka monta prosenttia kaupan 35 asiakkaasta osti maitoa, kun maidonostajina oli 7 henkeä. Yhteensä 14 vastauksessa oli virheitä ja 23 vastausta oli virheettömiä. Myös tässä tehtävässä yhtäsuuruusmerkkiä käytettiin samalla tavoin väärin kuin aiemmin. Lausekkeita merkittiin toistensa perään, vaikka yhtäsuuruus ei olisikaan ollut enää voimassa. Tehtävän yleisimpänä virheenä oli kuitenkin murtoluvun muodostaminen väärin. Oppilaat eivät olleet ymmärtäneet, mihin lukuun lukua 7 tulisi verrata tai murtoluku oli muodostettu väärinpäin. Viidessä vastauksessa oli osattu muodostaa oikea murtoluku $\frac{7}{35}$, mutta sitä enää osattu muuntaa prosenteiksi.

TAULUKKO 4. Tehtävän 6 (liite 2) virhetyypit.

	Murtoluvun muodostaminen	Murtoluvun muuttaminen prosenteiksi	Kumman osuutta lasketaan	Puutteelliset merkintätavat	Yhtäsuuruusmerkin väärinkäyttö	Tyhjiä	Muut
Määrä	10	4	7	4	6	2	3

Kokeen viimeinen tehtävä käsitteli myös prosenttiluvun laskemista. Tehtävässä opettajalla oli alun perin karkkia 2 kg, josta hän luovutti osan oppilaille. Tarkoituksena oli laskea, kuinka suuri osa karkeista jää opettajan syötäväksi. Vaikeuden lisäämiseksi tehtävässä ilmoitetaan oppilaille annettu karkkimäärä eikä opettajalle jäävää karkkimäärää. Lisäksi tämä määrä on kerrottu satoina grammoina eikä kilogrammoina. Yhteensä 24 vastauksessa oli virheitä, kun taas virheettömiä vastauksia oli 13 kappaletta.

Virheet ovat hyvin samantapaisia kuin tehtävässä 5 sekä sisällöltään että määrältään. Tämä on hyvin oletettavaa, sillä tehtävät ovat samankaltaisia ja mittaavat saman asian osaamista. Oikean murtoluvun muodostamisessa ja sen muuttamisessa prosenteiksi oli hieman enemmän virheitä kuin edellisessä tehtävässä. Myös yhtäsuuruusmerkkiä oli käytetty hieman enemmän väärin. Seitsemän oppilasta ei ollut lukenut tehtävänantoa riittävän tarkasti, eivätkä he laskeneet kysyttyä opettajan osuutta karkkimäärästä. Puutteellisia merkintätapoja oli enemmän kuin tehtävässä 5 oletettavasti siksi, että laskussa oli useampia vaiheita. Suurimmassa osassa puutteellisista merkintätavoista jokin laskun osa oli jätetty merkitsemättä, vaikka se olikin laskettu päässä oikein. Koko opetusjakson ajan painotin kaikkien välivaiheiden merkitsemistä, jolloin se oli oleellista myös kokeessa.

Yhteenvetoa kokeesta

Suuri osa kokeessa ilmenneistä virheistä liittyi muihin kuin jakson uusiin asioihin. Merkintätavat olivat monessa tehtävässä puutteellisia eivätkä oppilaat välttämättä olleet tottuneet välivaiheiden tarkkaan merkitsemiseen tai he eivät tunteneet sitä tärkeäksi. Oppitunneilla keskustelin useamman kerran oppilaiden kanssa siitä, miksi välivaiheet ovat merkityksellisiä matematiikassa. Omien havaintojeni perusteella oppilaat eivät merkinneet välivaiheita vain sen takia, että se tuntui liian työläältä. Joissakin tapauksissa tämä johti siihen, ettei oppilas osannutkaan kokeessa merkitä välivaiheita oikein, koska ei ollut harjoitellut niiden merkitsemistä tarpeeksi oppitunnilla. Ongelmia välivaiheiden merkitsemisessä oli huomattavasti enemmän toisella luokalla, mistä voidaan päätellä, että oikeanlaisen toimintakulttuurin luominen merkintätapojen käytössä ja opettelussa on tärkeää. Lisäksi minua yllätti vaikeudet yhtäsuuruusmerkin käytössä, ja kokeiden perusteella tämä vaikuttaa huomattavan yleiseltä ongelmalta. Jakson sisällöt eivät liittyneet yhtäsuuruusmerkin käyttöön, vaan ongelma on selkeästi pidempiaikainen ja vaatisi pitkäjänteistä huomion kiinnittämistä merkintätapoihin.

Sekä merkintöjen epätarkkuus että yhtäsuuruusmerkin väärinkäyttö nostavat esiin omatahtisen etenemisen ongelmia. Oma aikani oppitunnilla tuntui riittämättömältä ja enkä varmasti ehtinyt kiinnittää tarpeeksi huomiota oppilaiden merkintätapoihin. Toisaalta jos merkintätavat ovat olleet jo aiemmin virheellisiä, on haasteellista saada aikaan pysyvää muutosta lyhyessä kolmen viikon jaksossa. Oppilaat tarkistivat itse tuntitehtävänsä tarkistuspisteellä ja on hyvin mahdollista, että kehotuksista huolimatta he kiinnittivät enemmän huomiota pelkkään oikeaan vastaukseen kuin välivaiheiden tarkkaan merkitsemiseen. Koska yhteiset opetushetket olivat vain lyhyitä läksyntarkistustuokioita, ei uuden asian opettelussa tullut kontrolloitua huomion kiinnittämistä matematiikan merkintätapoihin. Merkintätapojen tarkkuuden ja oikeellisuuden huomiointi on oleellinen osa-alue pohdittaessa opetusjakson kehittämistä.

Yleisimmät opetusjakson sisältöihin liittyvät virheet olivat oikean murtoluvun muodostaminen prosenttilukua laskettaessa sekä murtoluvun muuttaminen prosenteiksi. Omien oppituntihavaintojeni mukaan prosenttiluvun laskemisen ymmärtäminen ja oikean murtoluvun muodostaminen tuntui monesta oppilaasta hankalalta. Tähän viittaa myös Opetushallituksen vuonna 2013 tekemä tutkimus, jossa mitattiin matematiikan oppimistuloksia peruskoulun päättövaiheessa. Lähes puolet peruskoulun päättövaiheen oppilaista ei osannut ratkaista helppoa prosenttiluvun laskemiseen liittyvää tehtävää. Kuten tässäkin kehittämistutkimuksessa, yhtenä tyypillisenä virheenä oli ollut murtoluvun muodostaminen väärinpäin. Tutkimuksen mukaan tämä kertoo puutteista prosentin käsitteen ymmärtämisessä. (Hirvonen, Mattila & Rautopuro 2013, 67–68.)

On kuitenkin syytä pohtia tarkemmin, minkä taitojen puutteesta murtoluvun muodostaminen väärinpäin johtuu. Esimerkiksi kokeen viidennessä tehtävässä olisi pitänyt muodostaa murtoluku $\frac{7}{35}$, mutta viisi oppilasta olikin muodostanut murtoluvun $\frac{35}{7}$. Muodostettaessa murtolukua, joka kertoo kuinka suuri osa jokin on jostakin, ei vielä tarvita prosentin käsitettä eli sitä, että yksi prosentti on yksi sadasosa. Murtoluvun muodostaminen väärinpäin kertoo ennemmin murtolukukäsitteen heikosta ymmärryksestä. Voi myös olla, että oppilaan on vaikea ymmärtää sanallisesta tehtävästä, miten lukuja verrataan toisiinsa eli ongelma olisikin kielellinen. Prosentin käsitettä tarvitaan vasta, kun oppilaan on muokattava murtolukua sopivaan muotoon. Tällöin hänen on ymmärrettävä prosentin olevan sadasosa, jolloin murtolukujen laskusääntöjä käyttäen murtoluku muunnetaan sadasosiksi. Kokeen tehtävässä moni oppilas käytti myös tietoa, että yksi viidesosa on 20 %. On siis mahdollista, että oppilas ymmärtää hyvin prosentin käsitteen, mutta ei kuitenkaan osaa laskea prosenttilukuun liittyviä tehtäviä.

Alun perin opetuskokonaisuuden prosenttilukua käsittelevät tehtävät olivat suurelta osin toiminnallisia. Jo jakson aikana tein prosenttiluvusta kaksi lisämonistetta, joissa laskut olivat selkeämpiä kuin tehtäväkokonaisuuden sanalliset prosenttilukutehtävät, kuten ”*Laske kuinka monta prosenttia 2 on 5:stä.*”. Tämä tuntui auttavan monia oppilaita, mutta kokeen perusteella kaikki eivät asiaa silti ymmärtäneet. Opetuskokonaisuutta kehitettäessä onkin tärkeää muistaa myös helppojen perustehtävien merkitys. Tavoitteenani oli luoda perinteisestä oppikirjasidonnaisesta opetuksesta poikkeava opetusjakso. Joiltain osin tehtäväkokonaisuuden tehtävät saattavat olla liian toiminnallisia ja soveltavia, vaikka myös oppikirjoissa olevia helppoja perustehtäviä tarvitaan.

Kokeiden perusteella voidaan sanoa, että oppilaat olivat ymmärtäneet prosentin käsitteen melko hyvin. Sen soveltaminen vaikeimmissa tehtävissä saattoi joidenkin kohdalla olla ongelmallista, mutta kokeen alkupään tehtävät onnistuivat enimmäkseen hyvin. Kuitenkin oppilaan aiemmat taidot, esimerkiksi ymmärrys murtoluvuista, vaikuttavat paljon prosenttilaskennan osaamiseen. Joistakin vastauksista näki, että oppilas oli hyvin ymmärtänyt prosentin merkityksen sadasosana, mutta taidot eivät riittäneetkään murtoluvun muuttamiseen sadasosiksi. Esimerkiksi tehtävässä 5 eräs oppilas (oppilas 18) oli laventanut murtoluvun $\frac{7}{35}$ murtoluvuksi $\frac{21}{105}$ ja saanut vastaukseksi noin 20 %. Murtoluvuilla laskeminen ei kuulu opetusjakson uusiin sisältöihin, vaan lähtökohtana on, että oppilas hallitsee murtoluvun käsitteen. Tästä syystä ei ole tarpeellista kehittää materiaalia tältä osin. Opettajan olisi kuitenkin hyvä varmistaa, että murtolukutaidot ovat riittäviä ennen prosenttilaskennan jaksoon siirtymistä ja tiedostaa mahdolliset vaikeudet murtolukujen laskutoimituksissa.

6.4 Opettajien palaute ja omat kokemukset opetusjaksosta

Seuraavaksi erittelen opettajien jakson aikana antamaa palautetta ja omia havaintojani sekä konkreettisen materiaalin kehittämisen että jakson toteutustavan kehittämisen kannalta. Luokkien opettajat antoivat palautetta oppituntien jälkeen, mutta käytännön syistä johtuen jokaisen tunnin yhteydessä ei ollut keskustelumahdollisuutta. Tämän lisäksi pidimme jakson loputtua erilliset palautekeskustelut sekä molempien luokkien opettajien että erityisopettajan kanssa. Suurimmaksi osaksi omat havaintoni jaksosta ovat yhteneväisiä opettajien antaman palautteen kanssa.

Oppituntien toteutukseen liittyvät havainnot

Erityisopettaja oli seuraamassa ensimmäistä oppituntia ja hän koki jakson aloituksen positiivisena. Opettajan mukaan monipuolinen valokuvakooste prosenteista arkielämän eri yhteyksissä oli selkeä ja hyvin todellisuutta vastaava. Tämän avulla oppilaille oli helppo perustella prosenttilaskennan tarpeellisuus ja hyödyllisyys. Lisäksi opettaja koki bingon pelaamisen hyvänä aloituksena kaikille jakson peleille. Pelissä tarvittiin jo prosentin käsitettä, joka oli oppilaille tuttu viidenneltä luokalta. Kuitenkaan heikoimmat oppilaat eivät pystyneet osallistumaan peliin ja monille asian palauttaminen mieliin oli selkeästi haastavaa. Opettajan kannalta ajateltuna peli antoi kuitenkin hyvän keinon arvioida oppilaiden lähtötasoa. Lisäksi ensimmäisellä tunnilla kerroin tarkemmin jakson toimintaperiaatteista ja esittelin lyhyesti oppimateriaalin. Toinen luokanopettajista piti positiivisena tulevan jakson läpikäyntiä, mutta epäili, herättikö materiaalin pikainen esittely mitään odotuksia oppilaissa.

Jakson alussa ensimmäisillä oppitunneilla käsiteltiin hyvin perusteellisesti prosentin käsitettä. Omien havaintojeni sekä toisen luokan opettajan mukaan taitavimmat oppilaat olivat hieman turhautuneita helppoihin tehtäviin. Olisikin hyvä, jos taitavat oppilaat voisivat edetä nopeammin jakson alussa, jolloin he pääsisivät aiemmin jakson loppuun ja voisivat suorittaa haastavampia ja soveltavampia tehtäviä kaikista prosenttilaskennan sisällöistä. Laajemmasta sisältöalueesta olisi myös helpompi kehittää ylöspäin eriyttäviä tehtäviä. Tässä opetuskokonaisuudessa tämä ei kuitenkaan ollut mahdollista, sillä jakso sisälsi vain osan kuudennen luokan prosenttilaskennan sisällöistä. Havaitsimme kuitenkin, että alun jälkeen myös taitavammilla oppilailla riitti tekemistä eivätkä he vaikuttaneet turhautuneilta myöhemmillä oppitunneilla.

Jakson jälkeen luokanopettajien kanssa käydyissä palautekeskusteluissa kävi ilmi, ettei perusteellinen paneutuminen prosentin käsitteen harjoitteluun olekaan välttämättä liioiteltua. Ennen jakson aloitusta toinen luokanopettajista epäili aloituksen olevan liian helppo, sillä todennäköisesti oppilaat hallitsevat prosentin käsitteen viidennen luokan jälkeen. Osalle oppilaista asia olikin tuttua, mutta molemmat luokanopettajat hämmästyivät siitä, että suurella osalla oli vaikeuksia perustaidoissa. Koska käsitteen ymmärrys on ensiarvoisen tärkeää, tulee sitä käsitellä opetusjaksolla riittävästi. Kuitenkin niille oppilaille, jotka ymmärtävät käsitteen, tulisi antaa mahdollisuus nopeampaan etenemiseen heti jakson alussa.

Opettajat kokivat videot mielenkiintoisina oppilaiden kannalta ja videon katselu kotitehtävänä koettiin positiivisena. Sekä erityisopettaja että toinen luokanopettaja nostivat esiin kysymyksen siitä, pitäisikö jollakin tavalla varmistaa, että oppilaat ovat katsoneet videon kotona. Tämä voisi tapahtua esimerkiksi jonkin videossa esitetyn kysymyksen tai videon kommentoinnin avulla. En kontrolloinut oppilaiden videonkatselua ja jälkikäteen kävikin ilmi, että toisen luokan oppilaista suuri osa ei ollut tehnyt videonkatselukotitehtävää. Luokan aktiivisuudesta ja tunnollisuudesta riippuen opettajan on hyvä pohtia, tarvitseeko videoiden katselua kontrolloida jollakin tavalla. Kotitehtäviin liittyen toinen luokanopettajista toi esiin myös niiden vähäisen määrän.

Yhtenä keskeisenä kokemuksena jaksosta itselleni jäi tunne kiireestä oppitunneilla. Opettajajohtoisempaan ja tiukemmin rytmitettyyn opetukseen verrattuna, tunsin useasti, etten hallitse oppituntien tapahtumia. Tämä ei välttämättä ole negatiivinen asia, vaan kertoo ennemmin sen, että yksilöllisen oppimisen toteuttaminen vaatii tottumista myös opettajalta, sillä opettajan rooli on hyvin erilainen. Jakson alun jälkeen myös oma kokemukseni oppitunneista muuttui positiivisemmaksi. Aiemmin pitämiini matematiikan tunteihin verrattuna olin paljon kiireisempi oppilaiden avustamisessa. Koin, etten ehtinyt auttaa jokaista apua tarvitsevaa ja useasti havahduin tunnin jälkeen siihen, että olin jättänyt huomiotta jonkun hiljaisemman oppilaan. Opetusharjoittelijana oppilaantuntemus oli vajavaista, mikä varmasti vaikeutti oppilaiden ohjaamista ja auttamista oppitunneilla.

Toisinaan oma kiireisyyteni mahdollisti myös oppilaiden laiskottelun. Vaikka suurin osa oppilaista työskenteli pääsääntöisesti ahkerasti, havahduin pari kertaa oppitunnin jälkeen siihen, että osa oppilaista ei ollut keskittynyt työntekoon. Mahdollisesti he olisivat tarvinneet apua, mutta eivät sitä jostakin syystä olleet pyytäneet tai eivät vain jaksaneet keskittyä matematiikan opiskeluun. Parempi oppilaantuntemus varmasti edesauttaisi jokaisen oppilaan huomioimista, mutta opettajan olisi hyvä myös pohtia jokaisen auttamista tukevia toimintamalleja. Toisella luokalla oppilaat auttoivat paljon toinen toisiaan, ja yhtenä mahdollisuutena olisi luoda vertaistukea edistäviä käytäntöjä. Oppilailla voisi esimerkiksi olla ennalta nimetty pienryhmä tai pari, jonka puoleen tulisi kääntyä ongelmatilanteissa.

Oppilaiden ongelmat liittyivät huomattavan usein epäselvyyksiin tehtävänannoissa. Esimerkiksi värisauvatehtävissä (tehtävät 17 ja 18) suuri osa oppilaista tarvitsi tarkennusta ohjeisiin. Ongelmat tehtävänannon ymmärryksessä saattoivat johtua uudentyyppisistä tehtävistä tai toiminnallisissa tehtävissä toimintavälineen vieraudesta. Opettajien mukaan olisi kannattavaa harkita tehtävänantojen yhteistä läpikäyntiä tunnin aluksi tai jakaa samassa vaiheessa olevia oppilaita ryhmiin. Tällöin aikaa ei kuluisi saman ohjeen toistamiseen. Jakson aikana ohjeistin oppilaita paljon henkilökohtaisesti. Vaikka yhtenä jakson keskeisenä tunnuspiirteenä on koko luokalle suunnatun opettajajohtoisen opetuksen vähentäminen, ei sitä tarvitse kokonaan poistaa. Opettajilta saadun palautteen mukaan tietyissä tilanteissa oppilaiden toiminnan voi hyvin keskeyttää ja tarkentaa tarvittavaa asiaa koko luokalle yhteisesti.

Jotta omatahtinen eteneminen sujuisi ongelmitta, olisi kaikkien toimintavälineiden ja toimintatapojen hyvä olla tuttuja oppilaille. Omatahtinen eteneminen vaatii paljon apua ja ohjeistusta, jos jakson tehtävätyypit ovat oppilaille kovin vieraita. Selkeiden ohjeiden merkitystä ja tehtävien vaatimustasoa on hyvä pohtia erityisesti ylöspäin eriyttävissä tehtävissä. Esimerkiksi omien tehtävien tekemisessä (tehtävät 15 ja 32) oppilas voi syventyä tarkasti suunnitteluun ja toteutukseen tai nopeasti tehdä jonkinlaisen toteutuksen ilman syvällistä ajatusta. Taitavat oppilaat olisivat hyötyneet näistä tehtävistä enemmän tarkemmalla ohjeistuksella ja tiukemmalla vaatimustasolla.

Toisella luokalla osa oppilaista ei motivoinut kunnolla koko jakson aikana. Yritin paljon pohtia syitä oppilaiden innottomuudelle, mutta myös luokan oma opettaja oli hämmentynyt oppilaiden käytöksestä. Tietyillä oppilailla oli koko jakson ajan negatiivinen asenne, mikä hankaloitti työskentelyä kaikilta osin. Toteutukseltaan jakso vaatii paljon myös oppilaalta, joten asenteen olisi oltava positiivinen. Toisella luokalla ensimmäisen viikon viimeiset tunnit olivat erityisen hankalia ja koin, etteivät suunnitellut asiat onnistuneet oppitunneilla. Tämän luokan opettajan mukaan oma stressini saattoi hetkellisesti välittyä oppilaille. Jakson onnistumiseksi oikeanlainen asenne ja ilmapiiri ovat tärkeitä, joten opettajan on oltava varovainen myös omissa reaktioissaan.

Jakson jälkeen jäin pohtimaan, olivatko tavoitteet olleet oppilaille liian epäselviä. Myös epämotivoituneemman luokan opettaja nosti esiin saman asian. Tällä luokalla matematiikan opiskelu oli aina tapahtunut kirjan avulla. Osa oppilaista kaipasi selkeästi kirja avulla opiskelua, mikä ilmeni sekä oppitunneilla että oppilaiden palautelomakkeista. Oppikirjan avulla opiskellessa jakso jakautuu selkeästi kappaleisiin ja oppilas näkee, kuinka paljon kullakin tunnilla on tehtäviä. Vaikka prosenttilaskennan jakso jakautui kahteen osa-alueeseen, ei yksittäisellä tunnilla ollut etenemistavoitteita. Oppituntihavaintojen mukaan oppilaat myös useasti vertasivat itseään muihin, vaikka taitotasoissa olisi ollut eroja. Jos omatahtinen eteneminen tuntuu oppilaalle vaikealta, olisi mahdollista miettiä tarkempia tunti- tai viikkotavoitteita. Tällä opetusjaksolla oli huomioitu oppilaiden matemaattisten taitojen tasoerot, mutta huomioita olisi kiinnitettävä myös oppilaiden erilaisiin työskentelytaitoihin. Omatahtinen eteneminen ei sulje pois selkeämpiä välitavoitteita.

Oppimateriaaliin liittyvät havainnot

Erityisopettajan mukaan jakso oli kokonaisuudessaan selkeä ja monipuolinen sekä soveltuu taitotasoltaan monenlaisille oppilaille. Videoita ja niiden esimerkkejä kuvineen hän piti havainnollisena ja hyvin mieleenpainuvana. Parin laajemman kehittämiskohteen lisäksi hän ehdotti myös hieman yksityiskohtaisempia muutoksia tehtäviin. Koska ylimääräistä turhaa kirjoittamista kannattaa välttää, voisi murtokakkutehtävässä (tehtävä 19) kirjoittaa heti ensimmäisen murtoluvun perään myös prosenttimuodon. Laskimen käyttöä joissakin tehtävissä erityisopettaja piti hyvänä, sillä tällöin aikaa ei kuluisi jakolaskun tekniseen suorittamiseen, joka on usein oppilaille hankalaa. Myös omien havaintojeni mukaan oppilaiden oli vaikea muistaa jakokulmaa tai allekkain jakamista. Lisäksi useampaa oppilasta piti muistuttaa murtoluvun ja jakolaskun yhteydestä, ja tämä voitaisiinkin huomioida paremmin materiaalissa.

Erityisopettaja havaitsi puutteita toiminnallisten tehtävien ja tavallisten laskutehtävien yhteydessä. Myös itse havaitsin, että oppilaiden oli vaikea laskea tavallisia prosenttilukuun liittyvä tehtäviä monien toiminnallisten tehtävien jälkeen. Opettajan mukaan tehtävät ovat yksittäisinä hyviä, mutta kokonaisuudesta puuttuu jotakin. Tämä onkin yksi tärkeimmistä materiaalin kehittämisen kohdista. Oppilaan olisi ymmärrettävä, miten toiminnallisista tehtävistä opitut taidot liittyvät tavallisiin laskutehtäviin.

Erityisopettaja oli työssään havainnut opeteltujen asioiden tiiviin koonnin hyödylliseksi. Oppilaille olisi hyvä koota yhteen paikkaan lyhyet esimerkit kustakin opetellusta laskutyypistä sekä niiden erilaisista ratkaisutavoista. Varsinkin, jos opetuskokonaisuus sisältäisi kaikki prosenttilaskennan sisällöt, olisi laskutyyppien tiivis kertaus yhdessä paikassa hyödyllinen. Tämä auttaisi varmasti oppilaita kokonaisuuden hahmottamisessa ja vähitellen ymmärtämisen ja harjoittelun myötä oppilas selviäisi ilman apukoontia. Koonti auttaisi myös niitä oppilaita, jotka ovat tottuneet hyödyntämään oppikirjojen infolaatikoita tai ovat joutuneet olemaan pois oppitunneilta. Toisen luokan opettaja oli keskustellut oppilaidensa kanssa prosenttilaskennan jaksosta ja eräs oppilas, joka oli useamman kerran joutunut olemaan pois tunneilta, koki jakson sekavaksi. Myös yksi oppilas, jolla oli paljon poissaoloja, toivoi palautelomakkeessaan oppikirjan avulla opiskelua. Paljon poissa olleet oppilaat saattoivat helposti kokea jakson sekavaksi, sillä suuri osa tehtävistä oli toiminnallisia sekä materiaali ja etenemistapa aiemmasta poikkeavia. Selkeät koonnit jakson teoria-asioista selkeyttäisivät kokonaisuutta oppilaalle.

Opettajien palautteen mukaan ryhmätyöskentelytilanteissa voisi vielä enemmän painottaa omien ajatusten kielentämistä. Myös itse havaitsin oppitunneilla pelitilanteita, joissa oppilaat olisivat voineet tarkemmin selittää omaa ajatuksenkulkuaan ja tapaansa ratkaista tehtäviä. Kielentämistä olisi tärkeää harjoitella oppilaiden kanssa, jotta he pystyisivät myös hyödyntämään sitä keskenään ryhmätilanteissa. Lisäksi kielentämisen voisi nostaa tärkeäksi osa-alueeksi tehtävien ohjeistuksessa. Peleihin liittyen toinen luokanopettajista nosti tarpeeksi haasteellisen materiaalin tärkeyden. Jotta pelaaminen olisi oppimisen kannalta hyödyllistä myös taitavammille oppilaille, olisi peleistä hyvä olla eritasoisia versioita. Opetusjakson muistipelistä oli olemassa helpompi ja haastavampi versio, mutta muut pelit olivat kaikille samoja. Konkreettisten opetuspelien valmistaminen vie kuitenkin paljon aikaa, vaikka tasoerojen huomioiminen olisikin hyödyllistä oppilaiden kannalta.

7 KEHITTÄMISEHDOTUKSET

Tässä luvussa esittelen tämän kehittämistutkimuksen lopulliset kehittämisehdotukset. Näillä muutosehdotuksilla pyrin kehittämään opetuskokonaisuutta paremmin oppilaan prosenttilaskennan ymmärrystä ja kiinnostusta tukevaksi. Edellisessä luvussa olen esitellyt kaikki aineistosta nousseet kehittämisideat. Nämä kaikki ideat eivät välttämättä ole päätyneet lopulliseen kehittämisehdotukseen, sillä tarkoituksena on muokata opetusjaksoa sen teemojen puitteissa. Tutkijana ja opettajana olen pohtinut ja perustellut, millä tavoin opetusjaksoa tulisi muuttaa. Vaikka olen pyrkinyt objektiivisuuteen, ovat näkemykset lopulta omiani ja joku toinen opettaja saattaisi päätyä erilaisiin kehittämisehdotuksiin. Jotta kehittämistutkimuksen syklinen prosessi saataisiin päätökseen, olen vain kuvaillut niitä muutoksia, jota opetuskokonaisuuteen olisi mahdollista tehdä. Jos tekisin muutokset oppimateriaalin, lopulta ei olisi mahdollista tietää, millaisia nämä muutokset olisivat käytännössä. Tämä vaatisi jälleen uuden kehittämissyklin testivaiheineen. Tästä johtuen kehittämistutkimus päättyy perusteluihin muutosehdotuksiin. Olen jakanut muutosehdotukset kahteen osioon: konkreettisesti opetusmateriaaliin liittyviin muutoksiin sekä muutoksiin jakson käytännöissä ja toteutuksessa.

7.1 Tehtäväkokonaisuuden kehittäminen

Keskeisintä materiaalin kehittämisen kannalta on muistaa myös tavallisten laskutehtävien tärkeys. Opetusjakso sisälsi paljon toiminnallisuutta ja monia oppimispelejä. Jo jakson aikana huomasin, että osalla oppilaista oli vaikeuksia siirtää toiminnallisista tehtävistä opittuja asioita perinteisiin laskutehtäviin, jollaisia on yleensä paljon oppikirjoissa. Myös erityisopettaja kiinnitti huomiota tähän vaikeuteen. Lisäksi oppilaat toivoivat eniten lisää oppikirjatehtävien kaltaisia tehtäviä, vaikka olivatkin pitäneet myös muista tehtävätyypeistä. Kun tarkastellaan koko materiaalin tehtäviä, toiminnallisten tehtävien osuus vaikuttaa liian suurelta. Materiaaliin pitäisikin lisätä tavallisia laskutehtäviä, joissa oppilas pääsee harjoittelemaan toiminnallisista tehtävistä opittuja taitoja matematiikan symbolikielellä. Vaikka yksittäisinä tehtävinä toiminnalliset tehtävät olivat toimivia, on tärkeää rakentaa yhtymäkohtia niiden ja tavallisten laskutehtävien välille. On huomattavaa, että oppilaat kokivat toiminnallisuuden ainoana tehtävätyyppinä, joka edisti hahmottamista. On siis tärkeää, että opetuskokonaisuus sisältää toiminnallisuutta kuitenkaan tavallisia laskutehtäviä unohtamatta. Olisi myös mahdollista lisätä materiaalissa olevien toiminnallisten tehtävien yhteyttä matematiikan symbolikieleen. Esimerkiksi värisauvatehtävässä (liite 3, tehtävät 17 ja 18) voisi toiminnallisen tutkimisen lisäksi edellyttää tarkkaa matemaattista ilmaisua. Sen lisäksi, että oppilas löytää värisauvan, joka on 50 % 16 senttimetriä pitkästä värisauvasta, tämä pitäisi perustella myös matemaattisesti.

Toinen tärkeä tehtäviin liittyvä kehittämiskohde on niiden vaikeustaso. Vaikka opetusjakso sisälsi myös ylöspäin eriyttäviä tehtävä, voidaan sitä pitää oppilaiden palautteen perusteella enemmän alaspäin eriyttävänä kokonaisuutena. Monet tehtävät, jotka oppilaat nimesivät turhiksi, koettiin liian helpoiksi. Myös omien oppituntihavaintojeni perusteella osa hyvistä oppilaista piti joitakin jakson osia liian helppoina. Myös helpot tehtävät ovat tärkeitä, mutta jos oppilas hallitsee ne, tulisi olla mahdollisuus siirtyä aiheessa eteenpäin. Opetusjaksoon olisikin hyvä lisätä haastavampia tehtäviä, joihin oppilas voisi tarvittaessa siirtyä. Osa oppilaista toivoi vähemmän toiminnallisia tehtäviä ja perusteena oli niiden tylsyys. Todennäköisesti hyvät oppilaat kokivat jotkin toiminnalliset tehtävät liian helppoina, jos opittava asia oli jo heille selkeä. Myös toiminnallisissa tehtävissä olisi hyvä olla tasoeroja, jotta oppilaat hyötyisivät niistä mahdollisimman paljon.

Toiminnallisuuteen liittyy myös oppimispelit, joita oppilaat pitivät mielenkiintoisina. Tätä perusteltiin mukavuudella ja hauskuudella, mutta ei niinkään oppimisella. Onkin tärkeää pohtia, millainen asema oppimispeleillä on matematiikan opiskelussa. Vaikka oppilaat suosivat pelejä niiden mukavuuden vuoksi, eivät perustelut sulje pois oppimisen näkökulmaa. Ryhmässä pelatessa oppiminen tapahtuu enemmän huomaamatta kuin yksin laskiessa. Toisaalta myös motivaation ylläpitäminen on tärkeää ja tällä voidaan perustella opetusjakson pelillisyyttä. Monipuoliset, toiminnalliset ja ryhmään kuulumisen tunnetta lisäävät työtavat vahvistavat motivaatiota (OPH 2014, 30.) Kuitenkin jakson pelit olivat sisällöltään prosenttilaskennan perusasioista ja hyvät oppilaat saattoivat kokea ne liian helppoina. Muistipelistä oli olemassa helpompi ja haastavampi versio, ja materiaalin kehittämisen kannalta tasoerot kannattaisi huomioida myös muissa peleissä.

Oppimispeleissä ja muissa yhteistyötä vaativissa tehtävissä tulisi tarkemmin huomioida kielentämisen merkitys. Esimerkiksi kertaavassa lautapelissä (liite 3, tehtävä 31) omien tuntihavaintojeni mukaan oppilaat olisivat voineet paneutua enemmän oman laskutapansa selittämiseen. Myös vääriä vastauksia olisi voitu pohtia enemmän koko ryhmän kesken. Toisaalta jakson aikana osa oppilaista teki paljon yhteistyötä keskenään ilman erillistä kehotusta. Tämä näkyi esimerkiksi kaverin auttamisena ja oman ajattelun kielentämisenä auttamistilanteessa. Yhteistyötä vaativien tehtävien tehtävänantoihin olisi hyvä lisätä kielentämisen huomioiminen. Esimerkiksi kertaavassa lautapelissä voisi olla lisäohjeena kehotus selittää oman laskun ratkaisumalli muille ryhmäläisille.

Toiminnallinen ja omatahtinen prosenttilaskennan jakso päättyi perinteiseen summatiiviseen kokeeseen, jonka kaikki oppilaat tekivät yhtä aikaa samalla oppitunnilla. Opetuskokonaisuuden eheyden kannalta olisi tärkeää pohtia tarkemmin, millaiset arviointikeinot sopivat jaksoon. Koska jakso sisälsi paljon oppilaiden välistä yhteistyötä ja toiminallisuutta, voisi myös loppukokeessa olla joitain tällaisia osioita. Tällöin koe mittaisi paremmin niitä asioita, joita jakson aikana harjoiteltiin. Myös suoritusajankohta voisi olla yksilöllinen, mutta tällöin olisi huomioitava esimerkiksi koetta hieman muuntelemalla se, etteivät oppilaat saisi tietoa toisiltaan kokeesta ennen sen suorittamista.

Varsinkin, jos opetusjakso olisi sisältänyt kaikki kuudennen luokan prosenttilaskennan aihealueet, olisi hyvä lisätä jonkinlainen tiivistelmä tai koonti erilaisista prosenttilaskutyypeistä. Erityisopettaja oli havainnut tämän keinon toimivaksi tukea tarvitsevien oppilaiden kohdalla. Tiivistelmä tukisi heikkoja oppilaita tehtävien ratkaisussa, sillä yhdellä silmäyksellä olisi nähtävissä kaikki mahdolliset tehtävätyypit esimerkkeineen. Tehtävien tullessa tutuksi oppilas voisi laskea itsenäisemmin ilman koontia. Kun opetusjakso etenee omatahtisesti, myös oppitunneilta pois olleet oppilaat todennäköisesti hyötyisivät koontisivusta. Tämä auttaisi hahmottamaan kokonaisuutta, varsinkin, jos oppilas on tottunut hyödyntämään oppikirjojen teorialaatikoita.

Pienempänä yksityiskohtana materiaalissa olisi aikaisempien tietoja ja taitojen hallinnan huomioiminen. Esimerkiksi useammalla oppilaalla oli vaikeuksia muistaa murtoluvun ja jakolaskun yhteys. Tästä voisi lisätä pienen esimerkin materiaalin tai QR-koodin avulla johdattaa oppilas sähköiseen esimerkkiin tai opetusvideoon.

7.2 Opetusjakson toteutuksen kehittäminen

Yksi opetusjakson toteutukseen liittyvistä keskeisistä kehityskohteista on tavoitteiden ja arviointiperusteiden tekeminen näkyviksi oppilaille. Vaikka ensimmäinen oppitunti käytettiin enimmäkseen orientoitumiseen, saattoivat tavoitteet jäädä oppilaille epäselviksi. Esimerkiksi tämä saattoi vaikuttaa toisen luokan epämotivoituneeseen toimintaan jakson aikana. Koska jakson toteutus oli poikkeava verrattuna perinteiseen matematiikan opetukseen, olisi tavoitteiden oltava hyvin selviä oppilaille. Omatahtinen eteneminen jakson aikana antoi oppilaille paljon vapauksia, mutta kaikki eivät kyenneet kantamaan tarvittavaa vastuuta. Jakson aluksi olisi hyvä perehtyä vielä tarkemmin yhdessä tulevaan kokonaisuuteen. Oppilaiden kanssa tulisi keskustella siitä, millaista työskentelyä omatahtinen eteneminen, toiminnallisuus ja monet ryhmätehtävät edellyttävät. Lisäksi oppilaat voisivat aluksi esimerkiksi suunnitella alustavan etenemisaikataulun itselleen, mikä voisi vähentää mahdollista laiskottelua. Jakson aikana oppilas voisi seurata, miten suunnitelma toteutuu. Tämä sopisi myös perusopetuksen opetussuunnitelman näkemykseen siitä, että matematiikkaa edellyttää oppilaalta tavoitteellista ja pitkäjänteistä toimintaa, jossa hän ottaa vastuuta omasta oppimisestaan. Lisäksi toimintakulttuurin tulisi tukea oppilasta kantamaan vastuuta omasta oppimisestaan ja työskentelystään. (OPH 2014, 30–31, 128.) Yhteisellä keskustelulla arviointiperusteista voitaisiin nostaa esille aktiivisen tuntityöskentelyn merkitys osana arviointia. Kun jakson vaatimukset tavoitteineen, arviointiperusteineen ja käytäntöineen ovat selviä oppilaalle, on hänen helpompi toimia aktiivisesti. Näillä keinoilla voitaisiin tukea oppilaan omaa aktiivisuutta ja käsitystä itsestä aktiivisena oppijana. Sen lisäksi, että jakson yleisten tavoitteiden tulisi olla selkeitä oppilaille, myös yksittäisten tehtävien tarkoitus ja tavoite tulisi olla selvillä. Tätä voisi parantaa muokkaamalla tehtävänantoja tai keskustelemalla yhteisesti esimerkiksi toiminnallisten tehtävien tavoitteista. Tuntihavaintojeni perusteella monella oppilaalla oli vaikeuksia ymmärtää, mitä joissakin tehtävissä tulisi tehdä. Sen sijaan, että opettaja selittää saman asian moneen kertaan yksittäisille oppilaille, tulisi välillä rohkeasti antaa ohjeita myös koko luokalle.

Toiminnallisuuden lisäksi omatahtinen eteneminen oli toinen opetusjakson pääteemoista. Vaikka suurin osa koki omatahtisen etenemisen auttavan oppimista, noin neljäsosa ei kokenut etenemistapaa omakseen. Koska opetuskokonaisuutta on tarkoitus kehittää sen teemoista käsin, etenemistavan muuttamisen sijasta tulisi pohtia keinoja, miten tukea niitä oppilaita, jotka eivät kokeneet etenemistapaa hyödylliseksi. Olin etukäteen opetuskokonaisuutta suunniteltaessa kiinnittänyt huomiota matemaattisten taitojen tasoeroihin. Kuitenkin oppilailla on eroja myös työskentelytaidoissaan, joita ei opetuskokonaisuuden aikana huomioitu tarpeeksi. Tarkemmin jaotellut tunti- tai viikkotavoitteet voivat tukea omatahtista etenemistä vierastavaa oppilasta. Lisäksi on huomioitava, ettei yksilöllinen oppiminen ja omatahtinen eteneminen sulje kokonaan pois opettajajohtoisia opetustuokioita.

Opetusvideoiden katselu liittyy omatahtiseen etenemiseen, sillä koko luokalle suunnattua opettajajohtoista opetusta on tällöin hankala järjestää. Osa oppilaista ei pitänyt videoiden avulla oppimisesta ja erot olivat enimmäkseen luokkien välisiä. Voidaankin päätellä, että todennäköisesti luokkien aiempi toimintakulttuuri ja oppimisen tavat vaikuttavat siihen, miten oppilaat suhtautuivat videoiden avulla oppimiseen. Prosenttilaskennan jakson opetusvideoita ei ole syytä poistaa, sillä niiden avulla oppimisessa on monia hyviä puolia. Oppilas voi katsoa videon juuri silloin kuin se on hänen oppimisensa kannalta mielekästä. Toisin kuin perinteistä luokkaopetusta, videoita voi toistaa useita kertoja. Oppitunnilta pois olleet oppilaat pystyvät katsomaan itsenäisesti teoria-asian opetuksen. Videot ovat myös hyvä apukeino itseopiskelussa ja oppilaita olisikin rohkaistava käyttämään opetusvideoita osana omaa oppimisprosessiaan.

Selkeä kehittämiskohde jakson toteutuksessa on riittävän avunsaamisen takaaminen oppilaille. Sekä palautteen että omien havaintojeni perusteella osa oppilaista ei saanut riittävästi apua. Opettajana koin jatkuvaa kiirettä oppitunneilla enkä ehtinyt auttaa kaikkia apua tarvitsevia. Oppilaita tulisi ohjata enemmän hyödyntämään vertaistukea, jolloin tulisi myös harjoiteltua kielentämistä. Jakson aluksi oppilaat voitaisiin jakaa esimerkiksi laskuryhmiin tai -pareihin, joiden puoleen tulisi kääntyä mahdollisessa ongelmatilanteessa. Tällöin opettajalta tarvittavan tuen määrä voisi vähentyä, jos oppilaat onnistuvat ratkaisemaan ongelmia myös keskenään. Perusopetuksen opetussuunnitelman mukaan matematiikkaa tulisi opiskella itsenäisen työskentelyn lisäksi myös yhdessä (OPH 2014, 236). Myös selkeä enemmistö oppilaista (73 %) koki pari- ja ryhmätyöskentelyn lisäävän oppimishaluja. Lisäksi opettajan olisi pyrittävä neuvomaan yhtäaikaisesti suurin piirtein samassa vaiheessa olevia oppilaita, jolloin aikaa ei menisi saman ohjeen toistamiseen.

8 POHDINTA

Tässä luvussa käsittelen tarkemmin tämän kehittämistutkimuksen luotettavuutta sekä pohdin luokkien välisiä eroja ja millaisia näkökulmia tulisi huomioida toiminnallisessa ja yksilöllisessä matematiikan opetuksessa. Lopuksi esittelen jatkotutkimusehdotuksia.

8.1 Tutkimuksen luotettavuus

Toisessa luvussa olen esitellyt kehittämistutkimuksen luotettavuutta koskevia näkökulmia ja seuraavaksi pohdin niiden pohjalta tämän tutkimuksen luotettavuutta. Kehittämistutkimuksen haasteina ovat objektiivisuus ja puolueeton analyysin teko (Pernaa 2013, 18–21). Tässä tutkimuksessa tutkija toimi myös opetusjakson opettajana, mikä voidaan toisaalta nähdä positiivisena seikkana, mutta toisaalta tämä on myös haaste tutkimuksen luotettavuuden kannalta. Prosessin aikana olen itse toiminut jakson kehittäjänä ja opettajana, mutta myös kokonaisuutta arvioivana tutkijana. Luotettavuuden kannalta on hieman ristiriitaista, että luon itse kokonaisuuden, jota pitäisi myös kehittää kriittisesti. Toisaalta tämä liittyy kiinteästi opettajan työn luonteeseen. Opettajan on jatkuvasti reflektoitava omaa toimintaansa ja kyettävä kehittymään. Vaikka olen pyrkinyt puolueettomaan päätöksentekoon läpi tutkielman, on huomioitava myös omien lähtökohtieni merkitys kaikissa päätöksissäni ja tulkinnoissani. Yleisesti laadullisessa tutkimuksessa on väistämätöntä, että tutkijan lähtökohdat vaikuttavat havainnointiin ja tulkintaan. Kuitenkin tutkimuksen luotettavuutta voidaan parantaa tutkimusprosessin julkisuudella. Tällä tarkoitetaan yksityiskohtaista raportointia ja esimerkiksi tutkijakollegoiden arviointia prosessista. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 136, 142.)

Olen pyrkinyt lisäämään tutkimuksen luotettavuutta jokaisen vaiheen tarkalla raportoinnilla ja erottamalla selkeästi omat ajatukseni muusta aineistosta. Käytännön syistä johtuen ei ole ollut mahdollista, että jokin ulkopuolinen taho olisi arvioinut prosessin vaiheita. Kuitenkin esimerkiksi oppituntien videointi olisi lisännyt omien oppituntihavaintojeni luotettavuutta. Vaikka olisin edelleen itse tulkinnut ja arvioinut videoiden sisältöjä, olisin saanut uuden ajasta riippumattoman näkökulman sekä pystynyt lähestymään tilannetta enemmän ulkopuolisen silmin. Opetusjakson aikana videoin joitakin tunteja, mutta sisällöllisesti ja laadullisesti ne eivät olleet riittäviä, jotta niitä olisi kannattanut ottaa mukaan aineistoon. Jotta videointi olisi onnistunut, sen toteuttaminen olisi pitänyt suunnitella tarkemmin etukäteen ja hankkia mahdollisesti myös ulkopuolinen kuvaaja.

Tutkijan toimiminen opettajan roolissa voidaan nähdä myös kehittämistutkimuksen onnistumista tukevana seikkana. Jotta kehittämistuotoksen käyttäminen toteutuisi mahdollisimman hyvin, olisi tutkijalla ja opettajalla oltava mahdollisimman samanlaiset käsitykset tutkimuksen tarpeista, tavoitteista ja ongelmista (Juuti & Lavonen 2009, 157–171.) Koska toimin itse jakson opettajana, oli kokonaisuus helppo toteuttaa juuri suunnitelmieni mukaan. Toisaalta voidaan ajatella, että opetuskokonaisuudella on paremmat jatkokehitysmahdollisuudet, sillä tutkijana olen omakohtaisesti kokenut jakson positiiviset ja negatiiviset puolet.

Ideaalitapauksessa kehittämistutkimuksen prosessissa hyödynnetään eri alueiden asiantuntijoita. Tutkimuksen luotettavuutta voidaan lähestyä prosessivaliditeetin näkökulmasta, jolloin voidaan arvioida muun muassa kehittämistyöhön osallistuvien kanssa tehtyä yhteistyötä. (Kiviniemi 2015, 233–234.) Tämän tutkimuksen luotettavuutta lisää koulun opettajien osallistuminen opetusjaksoon, jolloin opettajanäkökulman kokemukset eivät ole vain omiani. Toisaalta opettajat eivät osallistuneet tutkimuksen kehitystyöhön, vaan he tuottivat tutkimukseen ainoastaan aineistoa, jota tulkitsin. Luotettavuutta lisäisi, jos myös itse kehittäminen perustuisi jaettuun asiantuntijuuteen ja yhteisölliseen työskentelyyn (Kiviniemi 2015, 233–235).

Käytännöllistä validiteettia arvioitaessa huomioidaan tuotoksen kehittyminen ja sen käytännön hyödyllisyys. Suunnitelman tulisi toimia autenttisissa tilanteissa ja johtaa käytännössä hyödynnettäviin tuloksiin. (Kiviniemi 2015, 234–235.) Opetuskokonaisuutta voidaan pitää onnistuneena, sillä sen lähtökohdat nousivat käytännön tarpeista ja enimmäkseen toteutus toimi autenttisessa tilanteessa.

Käytännöllinen validiteetti liittyy myös yleistettävyyteen, jonka toteutumista tässä tutkimuksessa voidaan pitää jonkintasoisena ongelmana. Usein kehittämistutkimuksen pienet otoskoot ja sosiaalisten tapahtumien ainutlaatuisuus vaikeuttavat yleistysten tekemistä suurelle joukolle (Kelly 2004, 122–123). Tässä tutkimuksessa luokat reagoivat opetuskokonaisuuteen eri tavoin, joten on kyseenalaista tehdä yleistyksiä suurelle joukolle. Yleistettävyyden sijasta voidaankin puhua siirrettävyydestä. Koska tutkijat voivat tehdä päätelmiä vain omasta tutkimuskohteestaan, tulosten uudelleen hyödyntäminen vaatii aina omaa harkintaa kontekstin samankaltaisuuksista ja eroavaisuuksista. Tutkimuksen siirrettävyys edellyttää prosessin tarkkaa raportointia. (Kiviniemi 2015, 236–237.) Vaikka yleistettävyys on kyseenalaista tämän tutkimuksen kohdalla, niin siirrettävyys on tarkan raportoinnin ansiosta mahdollista.

Tyypillisesti kehittämistutkimuksissa hyödynnetään useita eri tutkimusmenetelmiä ja tutkimuksellisia lähestymistapoja. Aineistoa voidaan kerätä usealla tavalla, mikä lisää tutkimuksen luotettavuutta. Myös tässä tutkimuksessa on käytetty aineistotriangulaatiota. On kuitenkin syytä pohtia aineiston luotettavuutta, erityisesti oppilaiden täyttämien palautelomakkeiden kohdalla. Osasta lomakkeista oli nähtävissä, että kaikki oppilaat eivät olleet syventyneet sen täyttämiseen. Oppilas oli esimerkiksi saattanut jättää paljon tyhjiä kohtia tai perustella vastauksiaan niukasti. Luotettavuuden parantamiseksi kannattaisi pohtia lomakkeen täyttämisen ajankohtaa. Käytännön syistä johtuen toinen luokista antoi palautetta iltapäivällä kokeen jälkeen juuri ennen loman alkamista. Tämä todennäköisesti vaikutti joiden oppilaiden motivaatioon antaa kattavaa ja perusteltua palautetta.

Tieteellinen tutkimus on eettisesti hyväksyttävää ja luotettavaa, jos se on suoritettu hyvän tieteellisen käytännön edellyttämällä tavalla (TENK 2012). Tutkimuksen eettisyyttä pohdittaessa esiin nousee kysymys tutkittavien vapaaehtoisesta osallistumisesta tutkimukseen. Osallistumisen pitäisi perustua tutkittavan riittävällä tiedolla antamaan suostumukseen. Lisäksi lapsia tutkittaessa on oleellista kiinnittää huomiota siihen, keneltä tutkimuslupa kysytään: lapselta itseltään vai hänen vanhemmiltaan. (Strandell 2010, 95–96.) Tässä tutkimuksessa suostumuksen ovat antaneet viime kädessä oppilaiden huoltajat. Yksi tärkeimmistä tutkimuseettisistä normeista on tutkittavan yksityisyyden kunnioittaminen. Tähän liittyy anonymiteetin turvaamisen lisäksi myös tietojen luottamuksellinen turvaaminen. (Kuula 2006, 124.) Tässä tutkimuksessa on huomioitu oppilaiden yksityisyyden kunnioittaminen sekä aineiston analysointi- ja säilytysvaiheessa että tutkimuksen raportoinnissa.

8.2 Näkökulmia opetusjakson toteutuksen lähtökohdista

Koko kehittämistutkimuksen tarkoituksena jo kandidaatintutkielman aloituksesta asti on ollut luoda mahdollisimman hyvin oppilaan ymmärrystä ja kiinnostusta tukeva prosenttilaskennan kokonaisuus. Oppilaiden kokemukset jakson sisällöistä ja toteutuksesta ovatkin olleet tärkeänä osana tämän tutkielman toteutusta. Vaikka tiedostin, että opetusjakso saattaisi sujua eri tavoin luokasta riippuen, en olisi uskonut erojen olevan niin suuria. Toisella luokalla yleinen suhtautuminen oli ennemmin negatiivista kuin positiivista eivätkä oppilaat suuremmissa määrin innostuneet oppitunneilla. Yhtenä jatkotutkimusaiheena voisikin olla tarkempi tutkimus oppilaiden suhtautumisen eroista, sillä selkeästi opetusjakso soveltui paremmin osalle oppilaista. Koska erot olivat ennemmin luokkien kuin yksilöiden välisiä, jotkin toimintakulttuurin piirteet valmistavat oppilaita enemmän toiminnalliseen ja omatahtisesti etenevään matematiikan opetusjaksoon.

Vaikka tarkoituksenani ei ollut tarkemmin tutkia luokkien välisiä eroja, voi havainnoista päätellä, millaisiin asioihin tulisi kiinnittää huomiota ennen jakson aloitusta. On tärkeää, että oppilaat kykenevät yhteistyöhön kaikkien kanssa. Koska eteneminen on omatahtista, pari- ja ryhmätehtävien jäsenet määräytyvät etenemistahdin mukaan eivätkä oppilaiden omien mieltymysten tai opettajan määräysten mukaisesti. Toisella luokalla syntyi useita ongelmatilanteita ryhmätehtävissä, sillä oppilaat eivät tulleet toimeen keskenään.

Eteneminen omassa tahdissa oli monelle oppilaalle haasteellista ja tämä ilmeni suurena avuntarpeena. Jotta omatahtisuus onnistuisi mahdollisimman hyvin, olisi kaikkien muiden toimintatapojen ja vaatimusten hyvä olla tuttuja oppilaille. Esimerkiksi toimintavälineitä tulisi käyttää etukäteen muissa yhteyksissä. Oppilaiden tulisi myös tietää, minkälaista tarkkuutta opettaja vaatii merkintätavoissa. Jakson aikana oppilailla oli yllättävän paljon epätarkkuuksia ja virheitä merkintätavoissa. Osittain ongelma saattoi johtua siitä, että oppilaat olivat tottuneet omien opettajiensa kanssa erilaisiin merkintätapoihin. Opettajana koin oikeiden merkintätapojen opettamisen ja seuraamisen haasteelliseksi, koska toimintatavat olivat vapaita. Myös uudenlaisten tehtävien sisällyttäminen omatahtisesti etenevään jaksoon lisää oppilaiden avuntarvetta. Tässä opetusjaksossa haasteita aiheutti esimerkiksi opetusvideon kuvaaminen.

Tottuminen matematiikan toiminnallisuuteen ja yksilölliseen oppimiseen on tärkeää sekä oppilaiden että opettajan kannalta. Ennen jakson alkua koin yksilöllisen oppimisen erittäin haasteellisena, mutta vähitellen oppitunnit alkoivat omasta näkökulmastani sujumaan helpommin. Oppilaiden tottumiseen vaikuttaa varmasti paljon aiemman toimintakulttuurin vaihtelevuus. Erittäin perinteisestä ja opettajajohtoisesta opetuksesta on vaikea siirtyä suoraan toiminnalliseen ja yksilölliseen oppimiseen. Opetusta olisikin hyvä muuttaa vaiheittain toiminnallisuuden ja yksilöllisyyden suuntaan. Toisaalta kaikki toimintatavat eivät sovi kaikille luokille, joten opettajan olisikin syytä pohtia tarkasti, minkälaisessa mittakaavassa ja miten yksilöllistä oppimista tulisi toteuttaa. Yhtenä mielenkiintoisena jatkotutkimusaiheena olisikin aiheen tutkiminen ajallisesti pidemmässä mittakaavassa. Voi olla mahdollista, että toinen luokista olisi vaatinut vain pidemmän tottumisajan uudentyyppisen jaksoon ja sen käytänteisiin.

Myös osaamistason seuraaminen pidemmällä aikavälillä olisi tärkeää. Lyhyessä kolmen viikon jaksossa on haasteellista arvioida jakson toimintatapojen vaikutusta oppimiseen, sillä prosentin aihealue oli osittain tuttu jo viidenneltä luokalta. Olisi myös mielenkiintoista kehittää monipuolisempia arvioinnin tapoja, jotka sopisivat paremmin koko jakson luonteeseen. Nyt opetusjakso päättyi perinteiseen summatiiviseen kokeeseen, joka on hieman ristiriidassa jakson muun sisällön kanssa. Kokeessa voisi mahdollisesti olla toiminnallisia osioita, se voitaisiin suorittaa ryhmissä tai kokeen suoritusajankohta voisi olla yksilöllinen. Lisäksi yksilöllisen oppimisen jaksolla voisi painottaa enemmän oppilaiden omaa arviota osaamisestaan.

Kehitysehdotuksineen tämän tutkielman opetuskokonaisuus tuo monipuolisen ja perinteistä poikkeavan näkökulman matematiikan opetukseen. Jakson teemat sopivat myös muihin matematiikan aihealueisiin tai jopa muihin oppiaineisiin. Opettaminen ja oppiminen ovat kuitenkin riippuvaisia monista tekijöistä. Olen luonut kokonaisuuden omista lähtökohdistani ja testannut kokonaisuutta melko pienellä oppilasmäärällä. Tutkielman opetuskokonaisuus antaa kuitenkin hyvät suuntaviivat, joita jokainen opettaja voi muokata itsensä ja oppilaidensa näköiseksi.

LÄHTEET

Abeysekera, L. & Dawson, P. 2015. Motivation and cognitive load in the flipped classroom: Definition, rationale and a call for research. Higher Education Research & Development 34 (1), 1–14. Saatavilla: http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07294360.2014.934336. (Luettu 4.10.2016.)

Bloom, B. S.1984. The 2 sigma problem: The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. Educational Researcer 13 (6), 4–16.

Boggan, M., Harper, S. & Whitmire, A. 2010. Using manipulatives to teach elementary mathematics. Journal of Instructional Pedagogies 3, 1–6.

Carbonneau, K. J., Marley, S. C., & Selig, J. P. 2013. A meta-analysis of the efficacy of teaching mathematics with concrete manipulatives. Journal of Educational Psychology 105 (2), 380–400.

Eduhakkerit 2016. Saatavilla: http://eduhakkerit.fi/teemat/yksilollisen-oppimisen-menetelma/. (Luettu 28.9.2016.)

Facebook 2016. “Yksilöllinen oppiminen ja oppimisen omistajuus” –ryhmä. Saatavilla: https://www.facebook.com/groups/307384919409986/. (Luettu 16.12.2016.)

Gannod, G.C., Burge, J.E. & Helmick, M.T. 2008. Using the Inverted Classroom to Teach Software Engineering. ISCE 2008 Proceedings of the 30th international conference on software engineering, 777–786.

Haapasalo, L. 2013. Tietotekniikan viihdekäytöstä kohti varikkofilosofiaa. Dimensio 77 (3), 16–20.

Hirvonen, K. 2012. Onko laskutaito laskussa? Matematiikan oppimistulokset peruskoulun päättövaiheessa 2011. Koulutuksen seurantaraportit 2012:4. Helsinki: Opetushallitus.

Hobbs, S. H. 1981. A Comparison of Student- and Instructor-Paced Formats In the Introductory Psychology Course. Teaching of Psychology 8 (4), 209–211.

Ilmavirta, R. 1995. Toimintamateriaalin käyttö ja monipuoliset työtavat parantavat oppimista. Teoksessa R. Seppälä (toim.) 1995. Toimi, laske ja ajattele. Ala-asteen matematiikka. Jyväskylä: Opetushallitus, 61–69.

Joutsenlahti, J. 2003. Kielentäminen matematiikan opiskelussa. Teoksessa A. Virta & O. Marttila (toim.) Opettaja, asiantuntijuus ja yhteiskunta. Ainedidaktinen symposium 7.2.2003. Turun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnan julkaisuja B:72. Turku: Turun opettajankoulutuslaitos, 188–196.

Joutsenlahti, J. & Kulju, P. Kielentäminen matematiikan ja äidinkielen opetuksen kehittämisessä. Teoksessa T. Kaartinen (toim.) Monilukutaito kaikki kaikessa. Tampere: Tampereen yliopiston normaalikoulu, 57–76.

Julin, S. & Rautopuro, J. Läksyt tekijäänsä neuvovat. Perusopetuksen matematiikan oppimistulosten arviointi 9. vuosiluokalla 2015. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus. Julkaisut 20:2016.

Järvilehto, L. 2014. Hauskan oppimisen vallankumous. Juva: PS-kustannus.

Kangas, M. 2014. Leikillisyyttä peliin. Näkökulmia leikillisyyteen ja leikilliseen oppimiseen. Teoksessa L. Krokfors, M. Kangas & K. Kopisto (toim.) Oppiminen pelissä: Pelit, leikillisyys ja leikillisyys opetuksessa. Tampere: Vastapaino, 73–92.

Keller, F. S. 1968. ”Good-bye, teacher…”. Journal of Applied Behavior Analysis 1(1), 79–89.

Kelly, A. E. 2004. Design Research in Education: Yes, but Is It Methodological?. The Journal of the Learning Sciences 13 (1), 115–128.

Ketamo, H. Opettamalla oppii. Teoksessa H. Niemi & J. Multisilta (toim.) Rajaton luokkahuone. Jyväskylä: PS-Kustannus, 188–198.

Kilpatrick, J., Swafford,J. & Findell,B. (toim.) 2001. Adding it up. Helping children learn mathematics. Washington DC: National Academy Press.

Kiviniemi, K. 2015. Design- eli suunnittelututkimus opetus- ja kasvatusalalla. Teoksessa R. Valli & J. Aaltola (toim.) Ikkunoita tutkimusmetodeihin 1. Metodin valinta ja aineistonkeruu: virikkeitä aloittelevalle tutkijalle. Jyväskylä: PS-Kustannus, 220–240.

Krokfors, L., Kangas, M. & Kopisto, K. Pedagogiset mallit ja osallistava pedagogiikka. Teoksessa L. Krokfors, M. Kangas & K. Kopisto (toim.) Oppiminen pelissä: Pelit, leikillisyys ja leikillisyys opetuksessa. Tampere: Vastapaino, 208–219.

Lage, M.J., Platt, G.J. & Treglia, M. 2000. Inverting the Classroom: A Gateway to Creating an Inclusive Learning Environment. Journal of Economic Education 31 (1), 30–43.

Laski, E. V., Jor'dan, J. R., Daoust, C. & Murray, A.K. 2015. What Makes Mathematics Manipulatives Effective? Lessons From Cognitive Science and Montessori Education. SAGE Open 5 (2), 1–8.

Lindgren, S. 1990. Toimintamateriaalien käyttö matematiikan opiskelussa. Acta Universitatis Tamperensis ser A vol 307. Tampereen yliopisto.

Lehtinen, E., Lehtinen, H. & Brezovszky, B. 2014. Matematiikka pelissä. Teoksessa L. Krokfors, M. Kangas & K. Kopisto (toim.) Oppiminen pelissä: Pelit, leikillisyys ja leikillisyys opetuksessa. Tampere: Vastapaino, 38–55.

Leino, P. 2015. Prosenttilaskennan opiskelu 6. luokalla toiminnallisen matematiikan ja omatahtisen oppimisen avulla. Kandidaatintutkielma, Tampereen yliopisto.

Leppäaho, H. 2007. Matemaattisen ongelmanratkaisutaidon opettaminen peruskoulussa. Ongelmanratkaisukurssin kehittäminen ja arviointi. Jyväskylän yliopisto. Jyväskylä Studies in Education, Psychology and Social Research 298.

Lou Y., Abrami, P.C., Spence, J.C., Poulsen, C., Chambers, B. & d'Apollonia, S. 1996. Within-Class Grouping: A Meta-Analysis. Review of Educational Research 66 (4), 423–458.

Morgan, K. 2011. Mastery Learning in the Science Classroom: Success for Every Student. Arlington, Va: National Science Teachers Association

Moyer, P.S. & Jones, M.G. 2004. Controlling Choice: Teachers, Students, and Manipulatives in Mathematics Classrooms. School Science and Mathematics Association 104, 16–31.

Mullins, D., Rummel, N. & Spada, H. 2011. Are Two Heads Always Better than One? Differential Effects of Collaboration on Students' Computer-Supported Learning in Mathematics. International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning 6 (3), 421–443.

Mäyrä, F. 2011. Pelillisyys voi parantaa maailmaa. Aikalainen 18.2.2011. Saatavilla: http://aikalainen.uta.fi/2011/02/18/pelillisyys-voi-parantaa-maailmaa/. (Luettu: 12.10.2016.)

Nousiainen, T. 2013. Mikä saa käyttämään pelejä opetuksessa? Tuloksia opettajalle suunnatusta kyselystä. Teoksessa L. Pirkkalainen & P. Lounaskorpi (toim.) Löytöretkillä toisessa maailmassa 2. Saatavilla: http://konnevedenlukio.onedu.fi/verkkojulkaisut/zine/42/cover (Luettu 14.10.2016.)

OPH 2014. Perusopetuksen opetussuunnitelma perusteet. Helsinki: Opetushallitus 2014.

Pehkonen, E. & Pehkonen L. 1993. Nyt on mun vuoro! Oppimispelejä peruskoulun matematiikan opetukseen. Hakapaino Oy. Helsinki.

Pehkonen, E. & Rossi, M. 2007. Some alternative teaching methods in mathematics. Teoksessa E. Pehkonen, M. Ahtee & J. Lavonen (toim.) How Finns Learn Mathematics and Science. Rotterdam: Sense Publishers, 143–154.

Pernaa, J. 2013. Kehittämistutkimus tutkimusmenetelmänä. Teoksissa J. Pernaa (toim.) Kehittämistutkimus opetusalalla. Jyväskylä: PS-Kustannus, 9–26.

Pernaa, J. & Peura, P. 2012. Yksilöllisen oppimisen malli. Matematiikan opetuksen tulevaisuus. Saatavilla: http://maot.fi/oppimisymparisto/yksilollisen-oppimisen-opetusmalli/. (Luettu 28.9.2016.)

Peura, P. 2012a. Ajatus kaiken taustalla. Matematiikan opetuksen tulevaisuus. Saatavilla: http://maot.fi/oppimisymparisto/oppimisympariston-perusidea/. (Luettu: 29.9.2016.)

Peura, P. 2012b. Tehottoman ja epätasa-arvoisen opetuskulttuurin haastaja: mastery learning -menetelmä kaventaa osaamistasokuilua. Saatavilla: http://maot.fi/_wp/wp-content/uploads/2012/05/Mastery-learning.pdf. (Luettu: 1.10.2016.)

Prensky, M. 2007. Digital game-based learning. St. Paul (Minn.): Paragon House.

Rautopuro, J. 2013. (toim.) Hyödyllinen pakkolasku. Matematiikan oppimistulokset peruskoulun päättövaiheessa 2012. Koulutuksen seurantaraportit 2013:3. Helsinki: Opetushallitus.

Hirvonen, K., Mattila, L. & Rautopuro, J. 2013. Arvioinnissa käytetyistä tehtävistä. Teoksessa J. Rautopuro (toim.) Hyödyllinen pakkolasku. Matematiikan oppimistulokset peruskoulun päättövaiheessa 2012. Opetushallitus, 65–86.

Rossi, M. & Vaino-Rantanen, E. 1994. Toimintamateriaalin käyttö yläasteen matematiikassa. Teoksessa R. Seppälä (toim.) Matematiikka, taitoa ajatella. Yläaste ja lukio. Jyväskylä: Opetushallitus, 126–132.

Sahlberg, P. & Berry, J. 2003. Small group learning in mathematics. Teachers' and pupils' ideas about groupwork in school. Jyväskylä: Finnish Educational Research Association.

Stein, M. K. & Bovalino, J. W. 2001. Manipulatives: One piece of the puzzle. Mathematics Teaching in the Middle School 6 (6), 356–359.

Strandell, H. 2010. Etnografinen kenttätyö: lasten kohtaamisen eettisiä ulottuvuuksia. Teoksessa H. Lagström, T. Pösö, N. Rutanen & K. Vehkalahti (toim.) Lasten ja nuorten tutkimuksen etiikka. Helsinki: Nuorisotutkimusseura, 92–112.

Tampereen kaupungin perusopetuksen opetussuunnitelma. 2016. Saatavilla: https://ops.tampere.fi/perusopetus/?school=7 . (Luettu 14.10.2016.)

Tampereen yliopiston normaalikoulun perusopetuksen opetussuunnitelma. 2016. Saatavilla: https://eperusteet.opintopolku.fi/eperusteet-ylops-service/api/dokumentit/4642886 (Luettu 14.10.2016.)

Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Helsinki: Tutkimuseettinen neuvottelukunta.

Toivanen, A. 2012. Yksilöllisen oppimisen malli Martinlaakson lukion matematiikan opetuksessa. Helsingin yliopisto. Matematiikan ja tilastotieteen laitos. Pro gradu –tutkielma. Saatavilla: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/37927/gradu_Toivanen.pdf?sequence=3. (Luettu: 1.10.2016.)

Toivola, M. 2015. Humanity Learning - yksilöllisestä oppimisesta ihmislähtöiseen oppimiseen. Saatavilla: http://maot.fi/_wp/wp-content/uploads/2015/02/humanity_learning_peura_toivola.pdf. (Luettu:29.9.2016.)

Toivola, M. 2016. Opettaja, miksi flippaat? Opetin.fi, Taloudellinen tiedotustoimisto TAT. Saatavilla: http://www.opetin.fi/blogi/opettaja-miksi-flippaat/. (Luettu: 4.10.2016.)

Toivola, M., & Silfverberg, H. 2015. Flipped learning –approach in mathematics teaching – a theoretical point of view. Proceedings of the Symposium of Finnish Mathematics and Science Education Research Association, Oulu. Saatavilla: https://drive.google.com/file/d/0B2X8HRkN7igORVFXTzVRc1lPRFU/view. (Luettu: 4.10.2016.)

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2009. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Helsinki: Tammi.

Vaahtokari, A. & Vähäpassi, A. 1998. Kirja esiin ja laskekaa! Teoksessa J. Lavonen & M. Erätuuli (toim.) Tuulta purjeisiin. Matemaattisten aineiden opetus 2000-luvulle. Jyväskylä: Atena Kustannus, 213–230.

Vettenranta, J., Hiltunen, J., Nissinen, K., Puhakka, E. & Rautopuro, J. 2016. Lapsuudesta eväät oppimiseen – Neljännen luokan oppilaiden matematiikan ja luonnontieteiden osaaminen. Kansainvälinen TIMSS-tutkimus Suomessa. Jyväskylä: Koulutuksen tutkimuslaitos.

Villagrá-Arnedo, C., Gallego-Durán, F.J., Molina-Carmona, R. & Llorens-Largo, F. 2016. PLMan: Towards a Gamified Learning System. Teoksessa P. Zaphiris & A. Ioannou (toim.) Learning and Collaboration Technologies. Sveitsi: Springer International Publishing, 82–93.

Liite 1

Nimi ja luokka: ____

Ympyröi parhaiten mielipidettäsi kuvaava vaihtoehto (1-5).

1 = täysin eri mieltä	**2 =** jokseenkin eri mieltä	**3 =** ei samaa eikä eri mieltä	**4 =** jokseenkin samaa mieltä	**5 =** täysin samaa mieltä

1. Omatahtinen eteneminen auttoi oppimistani.	1	2	3	4	5
2. Toiminnallisuus auttoi oppimistani.	1	2	3	4	5
3. Mielestäni videoiden avulla oli helppo oppia.	1	2	3	4	5
4. Omassa tahdissa eteneminen vaikeutti oppimistani.	1	2	3	4	5
5. Toiminnallisuus lisäsi mielenkiintoani matematiikkaa kohtaan.	1	2	3	4	5
6. Jakson aikana sain tarpeeksi apua.	1	2	3	4	5
7. Toiminnallisuus tuntui turhalta oppimisen kannalta.	1	2	3	4	5
8. Pelit auttoivat minua oppimaan.	1	2	3	4	5
9. Pelit toivat lisää mielenkiintoa opiskeluuni.	1	2	3	4	5
10. Mielestäni pelit tuntuivat turhilta.	1	2	3	4	5
11. Omassa tahdissa eteneminen lisäsi haluani oppia.	1	2	3	4	5
12. Toiminnalliset tehtävät lisäsivät haluani oppia.	1	2	3	4	5
13. Parin kanssa tai ryhmässä työskentely lisäsivät haluani oppia.	1	2	3	4	5
14. Opin prosenttilaskuja hyvin.	1	2	3	4	5
15. Olin itse aktiivinen tunneilla.	1	2	3	4	5
16. Haluan oppia matematiikkaa.	1	2	3	4	5
17. Jakson aikana oli liikaa tehtäviä.	1	2	3	4	5
18. Tiesin, milloin tarvitsin apua tehtävissä.	1	2	3	4	5
19. Pyysin apua tarvittaessa.	1	2	3	4	5

20. Valitse ainakin yksi tehtävätyyppi, joka oli hyödyllinen oppimisesi kannalta:

____

____

Miksi nämä olivat hyödyllisiä?

____

____

____

21. Valitse ainakin yksi tehtävätyyppi, joka tuntui turhalta oppimisesi kannalta:

____

____

Miksi nämä olivat turhia?

____

____

____

22. Opetusjakson mielenkiintoisin tehtävä tai peli oli:

____

____

Miksi tämä oli mielenkiintoisin tehtävä tai peli?

23. Millaisia tehtäviä olisit halunnut enemmän (kerro 1-3 vaihtoehtoa):

Miksi olisit halunnut näitä enemmän?

24. Millaisia tehtäviä olisit halunnut vähemmän (kerro 1-3 vaihtoehtoa):

Miksi olisit halunnut näitä vähemmän:

Valitse seuraavista vaihtoehdoista <u>1-3 kappaletta.</u>

Opin matematiikkaa parhaiten, kun…

25. opettaja opettaa

26. lasken yksin

27. lasken kaverin kanssa

28. opiskelen yksin kirjasta

29. katson opetusvideota

30. teen toiminnallisia tehtäviä

31. etenen omaan tahtiin

32. teen tehtäviä samassa tahdissa kuin muut oppilaat

33. pelaan pelejä

34. neuvon muita

35. jokin muu, mikä ____

Vapaa palaute prosenttilaskennan jaksosta:

____

____

____

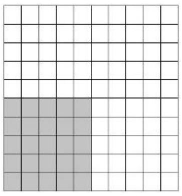
____

Prosenttilaskennan välikoe 6. lk

Nimi ja luokka:____

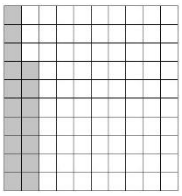
Pisteet

1) Merkitse, kuinka suuri osa kuviosta on väritetty ja värittämättä. Anna vastaus murtolukuna, desimaalilukuna ja prosenttilukuna.



Väritetty: ____

Värittämättä:____



Väritetty:____

Värittämättä:____

2) Kuviosta on väritetty 68 %. Kuinka suuri osa siitä on värittämättä? Merkitse lauseke.

____

____

3) Muunna murtoluvut prosenteiksi. Merkitse tarvittaessa välivaiheet.

$\frac{3}{100} =$

$\frac{6}{10} =$

$\frac{3}{4} =$

$\frac{120}{100} =$

$\frac{36}{75} =$

$\frac{33}{66} =$

4) Muista merkitä laskut näkyviin! Kuvan värisauva edustaa 100 prosenttia. Minkä pituinen värisauva olisi tähän verrattuna

12 cm

- 50%

- 25 %

- 150 %

5) Ruokakaupassa on 35 asiakasta. Heistä 7 ostaa maitoa. Kuinka monta prosenttia asiakkaista ostaa maitoa?

6) Opettaja ostaa 2 kg karkkia. Hän antaa niistä 600 g oppilaille. Kuinka monta prosenttia karkeista jää opettajan syötäväksi?

Ohje prosenttilaskennan tehtäväkokonaisuuden käyttöön

- Seuraava tehtäväkokonaisuus on alun perin luotu 6. luokan prosenttilaskennan opetukseen. Jakson keskeisiä teemoja ovat toiminnallinen matematiikka ja omatahtinen oppiminen. Materiaali sisältää harjoituksia prosentin käsitteestä ja prosenttiluvusta. Materiaali ei siis sisällä esimerkiksi prosenttiarvoon liittyviä harjoituksia.

- Materiaali on valmiissa muodossa tulostettavaksi oppilaille. Sekä prosentin käsitteestä että prosenttiluvusta on olemassa opetusvideot YouTubessa, jolloin omatahtinen eteneminen ilman opettajan opetusta on mahdollista. Tähdellä merkityt tehtävät ovat helpoimpia ja ne on tarkoitettu laskettaviksi kaikille oppilaille.

- Toiminnallisiin tehtäviin tarvitaan välineiksi murtokakkuja, värisauvoja ja värinappeja. Materiaali ei sisällä peleissä tarvittavia pelikortteja.

- Opetuskokonaisuuden ideoimisessa ja luomisessa olen käyttänyt apuna seuraavaa materiaalia. Osa tehtävistä on otettu suoraan näistä kirjoista. Jakson idean sekä kokonaisuuden opetusvideoineen olen kehittänyt itse.

    - Tapiainen, T. 2010. Pii: Toiminnallista matematiikkaa. Otava.
    - Kairavuo, K. & Voutilainen, E. 2008. Matematiikkaa värisauvoilla luokille 6-9. WSOY.
    - Hannele Ikäheimo: Värisauvat ja prosentin käsite - Matikan oppimiseen iloa ja ymmärrystä osa 4/5. (Saatavilla: https://www.youtube.com/watch?v=oCGPOYIl_cM)

Prosenttilaskennan tehtäväpaketti 6. luokalle

NIMI JA LUOKKA:____

Jakson tavoitteena on oppia seuraavat asiat:

- Prosentin käsite
- Murtoluvun, desimaaliluvun ja prosenttiluvun yhteydet
- Prosenttiluvun laskeminen ja soveltaminen

- Tähtitehtävät ovat kaikille pakollisia. 

a) Muistele, mitä prosentti tarkoittaa. Kirjoita.

____

____

____

____

____

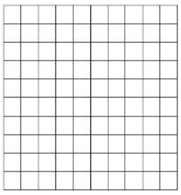
b) Katso opetusvideo prosentin käsitteestä:

http://urly.fi/A5c

Prosentin käsite s. 2-8

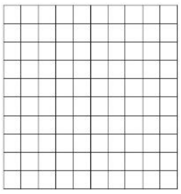
- Pelataan prosenttibingoa koko luokan kesken.

1) Kuinka moneen osaan kuvio on jaettu?



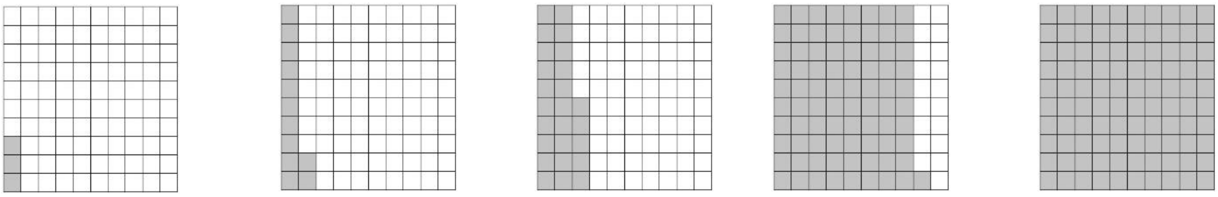
____

2) Väritä kuviosta yksi pieni ruutu. Kuinka suuri osa tämä on koko kuviosta?



Murtolukuna: ______________ Desimaalilukuna: _______________Prosenttilukuna: _____________

3) Tutki kuvia A, B, C, D ja E. Merkitse, kuinka suuri osa kuviosta on väritetty ja värittämättä. **Anna vastaus murtolukuna, desimaalilukuna ja prosenttilukuna.**



A **B** **C** **D** **E**

A: Väritetty ____________________________ Värittämättä ____________________________________

B: Väritetty ____________________________ Värittämättä ____________________________________

C: Väritetty ____________________________ Värittämättä ____________________________________

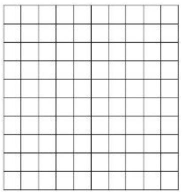
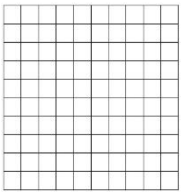
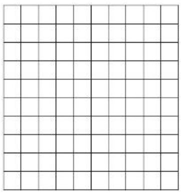
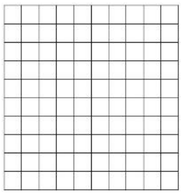
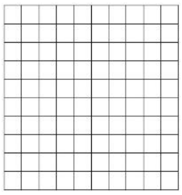
D: Väritetty ____________________________ Värittämättä ___________________________________

E: Väritetty ____________________________ Värittämättä ____________________________________

4) Kuinka paljon yksi kokonainen ruudukko on prosentteina?

____

5) Väritä kuvioista F,G,H,I ja J ilmoitettu osuus. Merkitse kuvion alle, kuinka suuri osa on värittämättä.

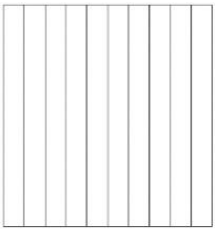
				
F	**G**	**H**	**I**	**J**
Väritä 10%	Väritä 88%	Väritä 20%	Väritä 7%	Väritä 0%
Värittämättä:	Värittämättä:	Värittämättä:	Värittämättä:	Värittämättä:
____________	____________	____________	____________	____________

6) Jos haluat harjoitella lisää vastaavia tehtäviä, siirry apumonisteeseen A.

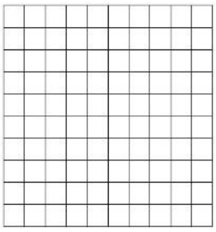
7) Pelatkaa dominoa 2-3 oppilaan ryhmässä. Hae kortit ja peliohjeet.

8) Murtoluvun muuttaminen prosenteiksi

Väritä alla olevaan kuvioon $\frac{1}{10}$.



Väritä myös tähän kuvioon $\frac{1}{10}$.



Kuinka moneen osaan koko yllä oleva kuvio on jaettu?

____

Kuinka monesta sadasosasta $\frac{1}{10}$ koostuu?

____

Voidaan siis sanoa, että seuraavat murtoluvut ovat yhtä suuria. (Voit tarkistaa tämän värittämistäsi kuvioista.)

$$\frac{)1}{10} = \frac{10}{100}$$

Millä luvulla $\frac{1}{10}$ on **lavennettu,** että saadaan $\frac{10}{100}$?

____

Kerro, miten laventaminen tapahtuu.

____

____

____

____

Kun muutat murtoluvun prosenteiksi:

- Lavenna murtolukua niin, että sen nimittäjässä on sadasosia.
- Kun murtoluku on ilmoitettu sadasosina, voit muuttaa sen suoraan prosenteiksi.

9) Pelaa muistipeliä, jossa murtoluku ja prosenttiluku muodostavat parin. **<u>Etsikää ennen varsinaista peliä kaikki oikeat murtoluku-prosenttiluku –parit!</u>** Tämän jälkeen pelatkaa tavallisen muistipelin tapaan. Voitte itse valita muistipelistä joko helpomman tai haastavamman version.

10) Muunna murtoluvut prosenteiksi.

$\frac{1}{10} =$ $\frac{1}{5} =$

$\frac{2}{10} =$ $\frac{4}{5} =$

$\frac{8}{10} =$ $\frac{5}{5} =$

$\frac{4}{20} =$ $\frac{1}{25} =$

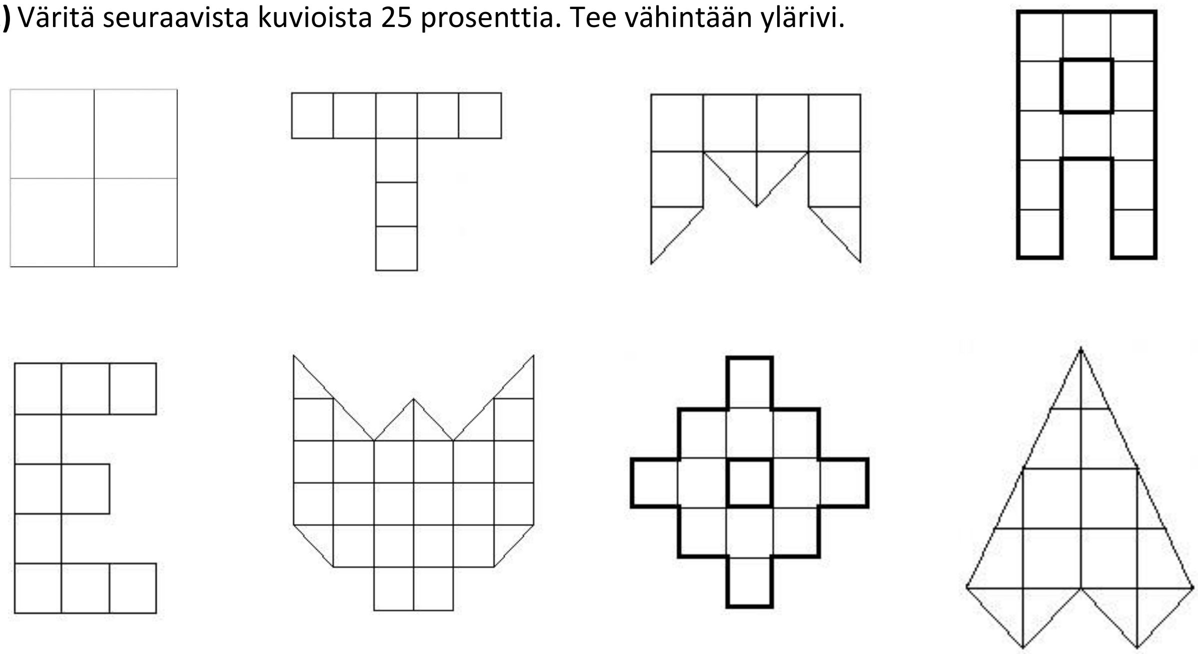
$\frac{2}{4} =$ $\frac{20}{50} =$

Lisähaastetta halutessasi:

$\frac{50}{200} =$ $\frac{15}{300} =$

$\frac{60}{150} =$ $\frac{300}{200} =$

11) Väritä seuraavista kuvioista 25 prosenttia. Tee vähintään ylärivi.



12) Videoi tehtävät 11 ja 12 parin kanssa. <u>Katso videointiohjeet!</u>

Hae värinapit. Rakenna asetelma, jossa on 20 % punaisia nappeja (muut värit voit valita itse).

- Kuinka monta kappaletta on punaisia nappeja?

  ____

- Kuinka monta kappaletta on muun värisiä nappeja?

  ____

- Kuinka suuri osuus on muun värisiä nappeja? Anna vastaus murtolukuna ja prosentteina.

  ____

- Perustele, miksi punaisia nappeja on juuri 20 %?

____

____

____

13) Kaksinkertaista punaisten nappien määrä. Kaksinkertaista myös muun väristen nappien määrä.

- Kuinka monta punaista nappia on nyt?

____

- Ilmoita punaisten nappien määrä murtolukuna ja prosenttilukuna.

____

- Kuinka monta muun väristä nappia on nyt?

____

- Ilmoita muun väristen nappien määrä murtolukuna ja prosenttilukuna.

____

- Onko punaisia nappeja edelleen 20 %, vaikka nappien lukumäärää muuttui? Selitä, miksi on/ ei ole?

____

____

____

____

____

____

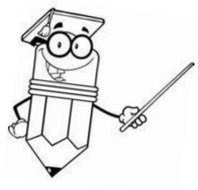
14) Pelaa **”Onko sinulla?” –peliä** 4-5 oppilaan ryhmässä. Hae pelikortit ja ohjeet peliin.

15) OMA TEHTÄVÄ

- Tarkoituksena on tehdä kohtien 3), 5) ja 11) kaltaisia tehtäviä tavalliselle ruutupaperille. Piirrä haluamasi muotoinen kuvio ja ilmoita, kuinka suuri osuus siitä on tarkoitus värittää. Vaihtoehtoisesti voit myös värittää tietyn osuuden ja kysyä, kuinka suuri osa kuviosta on väritetty. Tee kääntöpuolelle vastaukset tehtäviisi. Käytä viivoitinta!

16) TESTI PROSENTIN KÄSITTEESTÄ

Selvitä taitosi! Tee testi ennen kuin siirryt seuraavaan osioon.



Prosenttiluku s. 9-17

- Katso opetusvideo prosenttiluvusta:
  http://urly.fi/A5d

Tee tehtävät 17 ja 18 värisauvoilla.

17) Etsi kuvaan sopiva värisauva. Tämä edustaa sataa prosenttia. Mikä sauva (pituus ja väri) on tähän sauvaan verrattuna

- 50 %

  ____

- 25 %

  ____

- 12,5 %

  ____

18) Etsi kuvaan sopiva värisauva.

a) Voidaanko nyt sopia, että tämä sauva on 100 %? Miksi voidaan/ ei voida?

____

____

____

____

b) Etsi ja tutki nyt kaikkien muiden värisauvojen prosenttiosuudet verrattuna 18a-kohdan värisauvaan. Piirrä kaikkien sauvojen kuvat pituusjärjestyksessä ja merkitse prosentit.

Tee tehtävät 19-21 murtokakuilla.

19) Muodosta murtokakuista kaikki ympyrät eteesi pulpetille.

- Mitä lukua yksi murtokakkuympyrä kuvaa?

  ____

- Kuinka monta prosenttia on yksi kokonainen ympyrä?

  ____

- Ota jokaisesta ympyrästä *yksi* osa. Tutki, mitä osia nämä ovat? Ilmoita tulos murtolukuna.

  ____

  ____

  ____

  ____

  ____

  ____

- Tutki jokaista eriväristä palaa yksitellen. Kuinka suuri osa prosentteina yksi palanen on koko ympyrästä? (Voit tarvittaessa lainata laskinta.)

  ____

  ____

  ____

  ____

  ____

  ____

- Muodosta murtokakuilla murtoluku $\frac{5}{4}$. Ilmoita tämä murtoluku prosentteina.

____

- Muodosta murtokakuilla murtoluku $\frac{13}{10}$. Ilmoita tämä murtoluku prosentteina.

____

20) Sovitaan, että pala $\frac{1}{2}$ kuvaa sataa prosenttia eli yhtä kokonaista. Minkä värinen pala on tästä palasta

- 50 %

  ____

- 25%

  ____

- 20%?

  ____

21) Sovitaan, että pala $\frac{1}{3}$ kuvaa sataa prosenttia eli yhtä kokonaista. Millaisilla paloilla esität

- 50 %

  ____

- 20 %

  ____

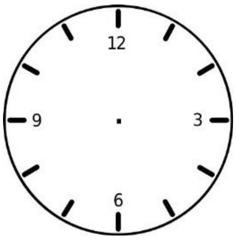
- 200 %

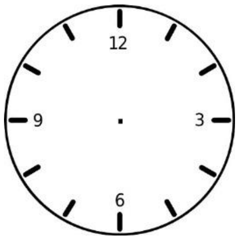
  ____

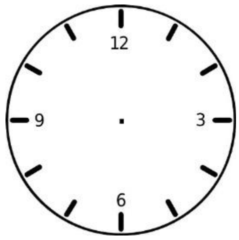
- 150 %?

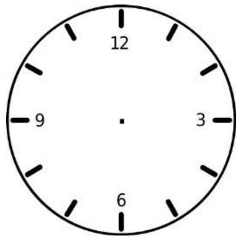
  ____

22) Väritä kellotaulusta ilmoitettu tuntimäärä. Merkitse kellon alle, kuinka monta prosenttia tämä on 12 tunnista. Entä koko vuorokaudesta?









1h	**6h**	**9h**	**2h**
Osuus 12 tunnista:	Osuus 12 tunnista:	Osuus 12 tunnista:	Osuus 12 tunnista:
________________	________________	________________	________________
Osuus vuorokaudesta:	Osuus vuorokaudesta:	Osuus vuorokaudesta:	Osuus vuorokaudesta:
________________	________________	________________	________________

Seuraavissa tehtävissä voit tarvittaessa lainata laskinta.

23) Kuinka monta prosenttia koulupäiväsi on koko vuorokaudesta maanantaisin? (Laske koulupäivän pituus kokonaisina tunteina.) Piirrä kuva.

____

____

____

____

24) Kuinka monta prosenttia vuorokaudesta nukut? Piirrä kuva.

____

____

____

____

25) Kuinka monta prosenttia vuorokaudesta katsot televisiota? Piirrä kuva.

____

____

____

____

26) Kuinka monta prosenttia viikosta tapaat kavereitasi?

____

____

____

____

27) Kuinka monta prosenttia vuodesta vietät koulussa? Perusopetuslain mukaan lukuvuodessa on 190 työpäivää ja 6. luokalla on viikossa vähintään 24 oppituntia. Voit laskea oppitunnit kokonaisina tunteina.

____

____

____

____

28) Pelaa ristinollaa päässälaskuista parin kanssa. Hakekaa erillinen pelimoniste.

29) Muodosta **Tangram-paloista** neliö. Tutki, kuinka suuri osa jokainen palanen on koko neliöstä. Ilmoita tulokset sekä murtolukuina että prosentteina.

Kuva valmiista neliöstä:

____

____

____

____

____

____

____

____

____

____

____

____

____

30) Ratkaise sanalliset tehtävät. Merkitse kaikki vaiheet näkyviin.

a. Luokalla on 25 oppilasta. Heistä viisi harrastaa jalkapalloa. Ilmoita prosentteina, kuinka paljon luokalla on jalkapallon harrastajia.

____

____

____

____

b. Koulun luontokerhon kymmenen oppilasta lähtee syysretkelle. Valitettavasti kesken retken iskee rankkasade ja vain joka toisella oppilaalla on jalassaan kumisaappaat. He ovat ainoat, jotka selviävät retkestä kuivin sukin. Palattuaan koululle oppilaat ripustavat sukat narulle kuivumaan. Ilmoita prosentteina, kuinka moni sukka oli läpimärkä.

____

____

____

____

c. Äiti on ruokakaupassa neljän lapsensa kanssa. Yksi lapsista saa raivokohtauksen, koska ei saakaan karkkipussia. Toinen lapsista itkee kovaan ääneen, sillä hänellä on liian kuuma toppapuvussaan. Kolmas lapsi istuu tyytyväisenä kärryissä. Myös neljäs lapsi olisi halunnut karkkia ja pudottelee kostoksi keksipaketteja lattialle. Ilmoita prosentteina, kuinka moneen lapsista äidillä meni hermo?

____

____

____

____

____

d. Koulussa on 200 oppilasta. Heistä 50 saa autokyydin vanhemmiltaan ja loput tulevat kouluun pyörällä. Ilmoita prosentteina, kuinka moni oppilas tulee kouluun pyörällä?

31) Kertaa opittua! Pelaa lautapeliä 2-3 oppilaan ryhmässä. Hae pelivälineet ja ohjeet.

32) OMA TEHTÄVÄ

Keksi lisää tehtävän 30 kaltaisia sanallisia tehtäviä erilliselle paperille. Tee ratkaisut kääntöpuolelle.